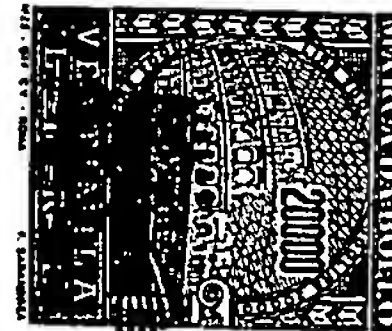


# AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

MODULO A

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO



## A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione OLIVETTI I-JET S.p.A. C.C.I.A.A. 5P  
 Residenza Via G. Jervis, 77 - 10015 IVREA (TO) codice 00861320018  
 2) Denominazione \_\_\_\_\_  
 Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome ING. BOBBIO GIAMPIERO cod. fiscale \_\_\_\_\_  
 denominazione studio di appartenenza OLIVETTI S.P.A.  
 via G. JERVIS n. 77 città IVREA cap 10015 (prov) TO

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

## D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/scl) B32J gruppo/sottogruppo 2/05

DISPOSITIVO DI STAMPA CON TESTINA A GETTO DI INCHIOSTRO DI TIPO PA-  
RALLELO

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_\_ N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) CONTA Renato 3) \_\_\_\_\_  
 2) SCARDOVI Alessandro 4) \_\_\_\_\_

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione	tipo di priorità	numero di domanda	data di deposito	allegato S/R	SCIOGLIMENTO RISERVE
					Data N° Protocollo
1) _____	_____	_____	____/____/____	_____	____/____/____
2) _____	_____	_____	____/____/____	_____	____/____/____

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI

**DIRITTI DEPOSITO L.20.000**  
**COPIA AUTENTICA L. 5.000**

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1)	<u>2</u>	<u>PROV</u>	n. pag. <u>16</u>	riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) .....
Doc. 2)	<u>2</u>	<u>PROV</u>	n. tav. <u>04</u>	disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare .....
Doc. 3)	<input type="checkbox"/>	<u>RIS</u>		lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale .....
Doc. 4)	<input type="checkbox"/>	<u>RIS</u>		designazione inventore .....
Doc. 5)	<input type="checkbox"/>	<u>RIS</u>		documenti di priorità con traduzione in italiano .....
Doc. 6)	<input type="checkbox"/>	<u>RIS</u>		autorizzazione o atto di cessione .....
Doc. 7)	<input type="checkbox"/>			nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale lire \_\_\_\_\_

obbligatorio

COMPILATO IL 19 07 2001

FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

P.P. OLIVETTI I-JET  
Giampiero Bobbio

CONTINUA S/NO NO

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA S/NO SI

CCIAA DI

TORINO

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

**TO 2001A 000 707**

codice TO

L'anno duemilauno

il giorno 19 (DICIANNOVE)

del mese di LUGLIO

Il (I) richiedente (i) sopraindicato (i) ha (hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di \_\_\_\_\_

logli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraindicato

## I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE

IL DEPOSITANTE

C.C.I.A.A.

Torino

dell'ufficio

L'UFFICIALE ROGANTE

BEST AVAILABLE COPY

Descrizione dell'invenzione industriale avente per titolo:

**«Dispositivo di stampa con testina a getto di inchiostro di tipo parallelo»**,  
a nome: OLIVETTI I-JET S.p.A. di nazionalità italiana e con sede in via Jervis, 77 -  
10015 IVREA (TO).

Inventori designati: CONTA Renato, SCARDOVI Alessandro.

Depositata il:

### **TESTO DELLA DESCRIZIONE**

**Area tecnologica dell'invenzione** - L'invenzione è relativa ad un dispositivo di stampa con testina a getto d'inchiostro di tipo parallelo o "in linea", utilizzata per formare immagini in nero o a colori su un supporto di stampa.

**Presupposti tecnici** - Più specificamente l'invenzione riguarda un dispositivo di stampa con testina a getto d'inchiostro di tipo parallelo o "in linea", comprendente una pluralità di ugelli secondo la parte introduttiva della rivendicazione 1.

Il dispositivo di stampa può essere utilizzato in stampanti di uso generale oppure, per la riproduzione di fotografie, in etichettatrici, o in macchine simili. La stampa viene effettuata su un supporto costituito da un foglio di carta, o di plastica, o in altri materiali.

Una testina di stampa a getto d'inchiostro, ad esempio di tipo termico, prevede una piastrina con una o più file di ugelli, un gruppo attuatore con resistori associati agli ugelli e l'emissione di gocce d'inchiostro perpendicolarmente alla piastrina. Ciò è già ampiamente noto, e pertanto non sarà qui descritto in dettaglio.

La tecnologia attuale tende verso la realizzazione di testine con alta densità di ugelli per una definizione di stampa maggiore di 600 dpi (dpi = «dot per inch», cioè punti per pollice), una frequenza di lavoro elevata ( $\geq 10$  kHz) ed una produzione di

Giampiero Bobbio

gocce sempre più piccole ( $\leq 10 \text{ pl}$ ). Si sono anche sviluppate delle tecniche di indirizzamento a modulazione di più punti su una stessa locazione di stampa (multidrop), per ottenere effetti analoghi a quelli di un aumento della definizione di stampa. Ciò è particolarmente sentito nelle testine a colori, e richiede attuatori e circuiti idraulici di dimensioni ridotte, precisione di montaggio e tolleranze ristrette.

I dispositivi di stampa con testina a getto d'inchiostro di tipo parallelo o "in linea" producono stampe in un tempo breve, relativamente al numero di punti che compongono l'immagine, ed hanno un ingombro limitato. Inoltre, a causa della testina fissa, tali dispositivi hanno un numero di parti in movimento minore di quello dei dispositivi che impiegano una testina a getto d'inchiostro di tipo seriale.

Un problema comune a tutti i dispositivi di stampa con tecnologie a getto d'inchiostro riguarda il fatto che i difetti di funzionamento dei singoli ugelli risultano intrinsecamente evidenti nel foglio stampato.

Nei dispositivi di stampa con testina seriale, per ottenere immagini di qualità elevata, si adottano metodologie «shingling», in cui il foglio avanza di un'entità inferiore all'altezza della testina ed in cui una linea di stampa finale viene ottenuta con più passate sovrapposte. Una riga elementare non è stampata da un ugello ad essa associato ma viene composta da punti d'inchiostro emessi da ugelli di differenti parti della testina. Il vantaggio sta nel fatto che la mancanza di punti dovuta alla difettosità di un ugello si diluisce fra più righe, con riduzione del disturbo visivo.

Nei dispositivi di stampa con testina a getto d'inchiostro "in linea", la difettosità di un ugello risulta particolarmente evidente nel foglio stampato: infatti, essendo le posizioni di stampa nel foglio associate univocamente a singoli ugelli, per tutte le righe elementari in cui è scomposta un'immagine ed in uno stesso reticolo di stampa è mancante il punto associato all'ugello difettoso. Ciò si evidenzia con la comparsa di

una linea non stampata, e quindi più chiara, per l'intera altezza dell'immagine.

L'associazione univoca fra le posizioni di stampa e gli ugelli di una testina in linea limita la definizione dell'immagine alla definizione degli stessi ugelli.

**Sommario dell'invenzione** – Scopo della presente invenzione è di realizzare un dispositivo di stampa con testina a getto d'inchiostro "in linea", in cui il cattivo funzionamento di un ugello abbia un disturbo visivo minimo sul foglio stampato.

Un altro scopo è quello di ottenere una stampa ad alta definizione utilizzando una testina in linea avente una densità di ugelli con definizione più bassa, oppure, di ottenere una stampa con definizione media e velocità elevata con una densità di ugelli minore di quella dei punti stampabili.

Questi scopi sono realizzati dal dispositivo dell'invenzione che prevede un moto trasversale alternativo fra testina e supporto di stampa in concomitanza con il moto longitudinale del supporto, secondo la parte caratteristica della rivendicazione 1.

Ancora un altro scopo dell'invenzione è di prevedere un dispositivo di stampa con testina a getto d'inchiostro che abbia una buona definizione di punti e che si presti alla miniaturizzazione, in particolare per l'integrazione in macchine fotografiche digitali o in relativi accessori d'ingombro ridotto.

Un ulteriore scopo dell'invenzione è quello di ottenere un dispositivo di stampa con una testina a getto d'inchiostro "in linea" suscettibile di miniaturizzazione e ad alimentazione autonoma ed in cui risultino minimi i picchi di corrente assorbiti dagli attuatori della fila di ugelli della testina.

Tali scopi sono realizzati dal dispositivo dell'invenzione, secondo la parte caratteristica della rivendicazione 13.

Nelle applicazioni fotografiche, i serbatoi per i vari colori di inchiostro possono essere applicati al supporto della testina ed essere facilmente intercambiabili. In

Giampiero Bobbio

alternativa o, in combinazione, tali serbatoi possono essere svincolati dalla testina quando la stessa testina sia soggetta al moto alternativo, secondo la parte caratteristica della rivendicazione 17.

Questi ed altri scopi, caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno evidenti sulla base della seguente descrizione di una sua forma di realizzazione, fatta a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento agli annessi disegni.

### **ELENCO DELLE FIGURE**

FIG. 1 Rappresenta una vista schematica di una stampante che impiega un dispositivo di stampa con testina a getto d'inchiostro di tipo parallelo o "in linea", secondo l'invenzione;

FIG. 2 è una vista schematica parziale di una testina a getto di inchiostro in linea;

FIG. 3 rappresenta uno schema a blocchi relativo al controllo del dispositivo di stampa secondo l'invenzione;

FIG. 4 rappresenta una variante di dispositivo di stampa con testina a getto d'inchiostro secondo l'invenzione;

FIG. 5 è uno schema di punti stampati da un dispositivo secondo l'arte nota;

FIGG. 5a, 5b e 5c rappresentano differenti schemi di punti stampabili da un dispositivo di stampa dell'invenzione, in accordo con una prima metodologia;

FIG. 6a rappresenta uno schema di punti stampabili da un dispositivo dell'invenzione, in accordo con una seconda metodologia;

FIG. 6b rappresenta una variante dello schema di punti stampabili di FIG. 6a;

FIG. 7 è uno schema di testina a getto d'inchiostro "in linea" secondo l'invenzione; e

FIG. 8 rappresenta un diagramma di funzionamento del dispositivo di stampa secondo l'invenzione.

\*\*\*\*



## DESCRIZIONE

Nella FIG. 1 è rappresentata una stampante 31 comprendente una struttura fissa 32 ed un dispositivo di stampa 33.

Il dispositivo 33 include un rullo di contrasto 34, mezzi elettronici di controllo 36 ed una testina di stampa 37, a getto di inchiostro di tipo parallelo o "in linea", a colori. La testina 37 è disposta di fronte al rullo 34 per tutta la sua lunghezza e comprende una pluralità di ugelli 38 attuabili da corrispondenti resistori. Il rullo 34 porta un supporto di stampa che è costituito da un foglio 39 di carta, plastica o altro materiale e viene fatto avanzare da un motore a passo 41 (Fig. 3) ad opera dei mezzi elettronici 36 per definire le linee elementari dell'immagine.

Nella stessa FIG. 1 sono riportati gli assi di riferimento X, Y e Z: L'asse X è orizzontale nell'uso, cioè parallelo all'asse del rullo 34 e ad un asse trasversale della testina 37; l'asse Y è verticale, cioè parallelo alla direzione del moto del supporto 39 durante la funzione di interlinea; e l'asse Z è perpendicolare agli assi X e Y, parallelo alla direzione di emissione delle gocce di inchiostro da parte degli ugelli 38.

Con riferimento alla FIG. 2, gli ugelli 38 della testina 37 sono ricavati in una piastrina ugelli 51, disposti su tre file 56, 57, 58 parallele all'asse X, rispettivamente associate ai colori giallo, magenta e ciano. L'interasse tra gli ugelli estremi di una fila, indicato con M, è associato alla larghezza utile per una stampa in linea.

La piastrina ugelli 51 (Figg. 2 e 7), è, ad esempio, del tipo descritto nel brevetto EP 0 652 107, formata da sei moduli di stampa 59, aventi interasse H tra gli ugelli estremi di 25.4 mm (1 pollice) fino a formare l'interasse M. Ogni modulo 59 contiene 600 ugelli 38 con un interasse «p» pari a 42  $\mu$ m (1/600 di pollice) ed una definizione di 1/600". Ciascuna fila colore 56, 57, 58 è formata da coppie di moduli sfalsati fra loro in modo da avere 1200 ugelli, per una larghezza di stampa pari a 50.8 mm.

Giampiero Bobbio

In una stampante con testina in linea, il mancato funzionamento di un ugello viene evidenziato come mancanza di punti colore disposti secondo una linea verticale, tale da alterare l'uniformità della stampa.

Nella figura 5 è rappresentata un'immagine ottenuta secondo la tecnica nota dall'attivazione di tutti gli ugelli della fila 56, per un volume esemplificativo delle gocce pari a 20 pl. e nel caso in cui uno degli ugelli, ad esempio l'ugello 56b della posizione di stampa "n", non funzioni o sia difettoso. Per la continuità dei punti mancanti, tale difetto risalta in modo evidente rispetto alle posizioni di stampa adiacenti "n-1", "n-2", "n+1" ed "n+2" ed è quindi inaccettabile.

In accordo con la presente invenzione, la testina 37 (Fig. 1) viene fatta muovere rispetto al foglio 39, prevedendo ugelli 38 aggiuntivi rispetto a quelli necessari per eseguire una linea di stampa secondo la tecnica nota della figura 5. Tale movimento e l'attuazione degli ugelli sono regolati singolarmente ed in relazione reciproca e rispetto al moto di avanzamento del foglio in modo da mascherare possibili punti non stampati nel foglio e/o aumentare la definizione di stampa equivalente.

Secondo una prima forma di esecuzione, il volume delle gocce emesse dagli ugelli rimane lo stesso ma ogni linea si stampa in più passate, attivando gli ugelli con permutazioni congruenti con il numero di passate. Il difetto di un ugello si diluisce su un numero di colonne e per una estensione dipendenti dal numero delle passate e dall'ampiezza delle oscillazioni.

Si realizza così una modalità multipassata che, applicando una mascheratura di tipo shingling riduce il disturbo visivo. Negli schemi delle FIGG. 5a, 5b e 5c sono riportati i punti formati da un generico ugello in relazione ad una serie di posizioni di stampa, relativamente a modalità shingling a 2, 3 e 4 passate o livelli, nel caso di avanzamento continuo del foglio 39.

In accordo con una seconda forma di esecuzione, su ogni reticolo associato alle posizioni di stampa si inviano più gocce d'inchiostro di volume ridotto rispetto a quello del caso precedente (multidrop/multilayer). Inoltre, gli ugelli 38 possono essere controllati in relazione al moto alternativo fra la testina 37 ed il foglio 39 in modo da indirizzare tali gocce in differenti aree del reticolo.

A titolo di esempio, per un volume delle gocce elementari pari ad un quarto del volume della goccia singola si ha libertà di indirizzamento in quattro aree del reticolo. Il reticolo è quindi copribile con un indirizzamento del punto quattro volte superiore per una definizione equivalente di circa 1200 X 1200 dpi oppure, usando una differente terminologia, per una definizione di 600 X 600 dpi con modulazione a quattro livelli. Anche nella testina 37 si prevedono degli ugelli 38 aggiuntivi per coprire tutti i punti dei reticoli associati alle posizioni estreme della linea di stampa.

In FIG. 6a è mostrato un esempio di stampa con modulazione a quattro livelli, volume di 5 pl ed ampiezza di oscillazione uguale a 5p nelle due direzioni. Ne deriva un effetto di shingling automatico per i punti mancanti o difettosi. Ciascun reticolo ha quattro punti di colore diverso ed il numero degli ugelli aggiuntivi è dieci.

Rallentando o accelerando l'avanzamento del foglio e aumentando o riducendo l'ampiezza dell'oscillazione il reticolo potrà contenere più o meno punti. Nel caso di una definizione di stampa da 300 dpi, per quattro punti nel reticolo sono adatte testine da 20 pl. e, per otto punti nel reticolo sono adatte testine da 10 pl.

Ovviamente, a parità di frequenza massima di getto degli ugelli, la modalità di shingling e quella a modulazione, riducono la velocità complessiva di stampa. A causa del parallelismo degli ugelli, la velocità di stampa è comunque elevata e sono invece prevalenti le considerazioni relative alla rumorosità e al disturbo acustico legato alla frequenza di oscillazioni della testina o del foglio. Pertanto, si rallenta il



moto di avanzamento del foglio, e si riduce la frequenza al disotto di 40 Hz.

Lo shingling della prima forma di esecuzione e la modulazione a più livelli della seconda forma di esecuzione possono essere opportunamente combinati per ottenere differenti definizioni equivalenti e differenti livelli di mascheratura dei difetti con ampiezza del moto di scansione variabile fra uno e sessantaquattro volte il passo "p".

Lo schema di figura 6b mostra un esempio di stampa con shingling e modulazione a quattro livelli ed ampiezza del moto alternativo pari a 9p nelle due direzioni. Il numero degli ugelli aggiuntivi è pari a diciotto ed il punto mancante di un ugello è distribuito in una larga area e con una densità tale da rendere impercettibile il disturbo visivo.

La tabella 1 seguente mostra varie soluzioni applicative per volume delle gocce, numero dei punti indirizzabili, livelli di shingling, numero degli ugelli aggiuntivi e frequenze di oscillazione fra testina e foglio ed altri parametri significativi.

**TABELLA 1**

Volume goccia (pl)	Punti/ pixel	Definizione equivalente	Livello shingling	Ugelli in più	Frequenza Oscillaz. (Hz)	Velocità Avanz. (cm/s)	Modalità stampa	Freq. getto (KHz)	Ampiezza Oscillaz. +/- (um)
20	1	600X600	0	0	0	33,6	NORMALE	8,0	0
20	2	1200x600	2	6	500	8,4	SHINGLING	4,0	126,9
20	3	1200x900	3	8	222	3,7		2,7	169,2
20	4	1200x1200	4	10	125	2,1		2,0	211,5
20	6	1800x1200	6	14	56	0,9		1,3	296,1
20	8	2400x1200	8	18	31	0,5		1,0	380,7
20	12	2400x1800	12	26	14	0,2		0,7	549,9
10	2	1200x600	0	6	1500	25,2	Mod. 2 livelli	12,0	126,9
10	4	1200x1200	2	10	375	6,3	Mod. 2 livelli + SHINGLING	6,0	211,5
10	6	1800x1200	3	14	167	2,8		4,0	296,1
10	8	2400x1200	4	18	94	1,6		3,0	380,7
10	12	2400x1800	6	26	42	0,7		2,0	549,9
10	16	2400x2400	8	34	23	0,4		1,5	719,1
5	4	1200x1200	0	10	1125	18,9	Mod. 4 livelli	18,0	211,5
5	8	2400x1200	2	18	281	4,7	Mod. 4 livelli + SHINGLING	9,0	380,7
5	16	2400x2400	4	34	70	1,2		4,5	719,1
5	24	3600x2400	6	50	31	0,5		3,0	1057,5
5	32	4800x2400	8	66	18	0,3		2,3	1395,9

Dalla tabella risulta chiaro che l'aumento del numero degli ugelli aggiuntivi richiede un aumento dell'ampiezza di oscillazione e la diminuzione della frequenza ed

il rallentamento della velocità di stampa ma permette di indirizzare via più punti all'interno del singolo reticolo, aumentando i livelli di modulazione (punti per reticolo) e di conseguenza la definizione equivalente di stampa.

Il limite che definisce il passaggio tra aumento dei livelli di modulazione/definizione e shingling è dato dal raggiungimento della piena saturazione della stampa (volume di inchiostro/pixel). Ad esempio, per un reticolo di 600x600 dpi questo limite è dato da 20pl e la mascheratura di shingling scarta i livelli di definizione più alti.

La convenienza ad andare a livelli di shingling elevati è data dal fatto che l'uniformità della stampa aumenta notevolmente e che comunque occorre scegliere una bassa frequenza di oscillazione ( $< 20\text{Hz}$ ). Il guadagno di qualità si ottiene quindi sostanzialmente a pari tempo di stampa e con i soli accorgimenti di un maggior numero di ugelli laterali aggiuntivi ed una maggiore ampiezza di oscillazione.

Considerazioni analoghe si possono trarre su testine a definizioni più basse (300 dpi e 150 dpi), con le quali è possibile raggiungere, alla stessa velocità di stampa, definizioni equivalenti molto simili a quelle di testine a definizioni più alte.

Strutturalmente, la testina 37 è supportata da un carrello 60 che ha la possibilità di effettuare un movimento di scansione dell'ampiezza desiderata rispetto al rullo 34. Il carrello 60 è scorrevole su guide 61 e 62 ed il suo movimento è comandato, ad esempio, per mezzo di una camma (non mostrata nei disegni) opportunamente collegata con il motore 41 e in sincronismo con il moto del foglio 39.

In Fig. 8, relativamente alla figura 6a, sono riportati in ascisse il tempo di oscillazione del carrello 60 ed in ordinate il suo spostamento per una legge di moto lineare. L'avanzamento del foglio 39 nella direzione dell'asse Y è pari a  $p/4$  ( $1/2400''$ ) per ciascuna passata e la relativa scansione del carrello nella direzione dell'asse X è

Giampiero Bobbio

uguale a  $5/4p$ . Le eccitazioni degli ugelli 38 avvengono ad intervalli costanti "t" pari ad  $1/16$  del periodo "T", corrispondente ad una doppia passata del carrello.

La legge di moto del carrello potrà essere di tipo sinusoidale e l'attuazione degli ugelli potrà essere asservita, con retroazione, ad un codificatore di posizione lineare del carrello o ad altri sistemi senza retroazione, tali da assicurare l'equidistanza fra i punti e l'allineamento fra le posizioni di stampa delle varie interlinee elementari.

Il circuito 36 comprende ad esempio una unità di governo 71, una unità di pilotaggio (driver) 72 per il motore 41 ed una unità di pilotaggio 73 per gli attuatori della testina 37. L'unità di governo 71 controlla le unità di pilotaggio 72 e 73 ed esegue, ad ogni passata, le mascherature e le permutazioni nei comandi degli ugelli, associate al movimento di oscillazione del carrello ed alla modalità di stampa.

L'unità 71 provvede anche alle temporizzazioni per il comando degli ugelli e alla sincronizzazione di tali comandi con i movimenti di interlinea. La frequenza di oscillazione del carrello viene scelta bassa, fra 5 e 40 Hz e preferibilmente minore di 20 Hz. In questo modo, oltre ad una riduzione del rumore emesso dal carrello in movimento, il tempo di scrittura può essere considerato istantaneo rispetto agli spostamenti in corso e si ha un'ampia dispersione dei punti mancanti.

Secondo un'altra caratteristica dell'invenzione, il circuito di controllo 36 eccita i resistori di attuazione della testina 37 in gruppi sequenziali per minimizzare le correnti di picco e consentire l'impiego di alimentazione autonoma a batteria.

Come esempio limite, per un singolo colore di 1200 punti, sono previsti 30 blocchi di 20 resistori convenzionalmente pari e 30 blocchi di 20 resistori dispari ed i resistori sono eccitati a coppie, pari e dispari, per un tempo di  $2.5 \mu s$ . La selezione degli 1200 ugelli di ogni colore fondamentale richiede pertanto 1.5 ms. e, per un assorbimento del resistore pari a 0,1A di picco, la corrente di picco per eccitare i 6

Giampiero Bobbio

resistori dei tre colori fondamentali è di circa 0.6 A per una testina da 4 pl.

Il movimento di scansione della testina 37 non peggiora in modo sostanziale le caratteristiche operative della stampante 31. Per una frequenza di scansione di 10 Hz, occorrono 25 ms per percorrere il tratto pari ad  $\frac{1}{4}$  del percorso di oscillazione del carrello 60. Il tempo necessario a scrivere con 1200 ugelli risulta pertanto più di 16 volte minore del tempo necessario a percorrere tale tratto e pertanto non si hanno inconvenienti nella deposizione dell'inchiostro sul foglio.

In figura 4 è rappresentata una variante, indicata con 76, del dispositivo di stampa dell'invenzione. In tale variante, il foglio di stampa, qui indicato con 77, è impegnato fra coppie di rullini di avanzamento 78-1, 78-2 e 79-1, 79-2 paralleli all'asse X e all'asse trasversale della testina 37.

I rullini 78-1, 78-2 e 79-1, 79-2 sono attuati da un relativo motore a passo e provvedono al movimento di avanzamento del foglio 77 lungo l'asse Y. Anche in questo caso è previsto un movimento di oscillazione fra testina 37 e foglio 77.

In una prima soluzione, la testina a getto d'inchiostro 37 è fissa ed il movimento di oscillazione è ottenuto spostando i quattro rullini lungo il loro asse congiuntamente al foglio 77. In una seconda soluzione, i quattro rullini sono fissi lungo il loro asse e la testina 37 viene fatta oscillare rispetto al foglio 77.

Il dispositivo di stampa 76 si presta alla miniaturizzazione. Esso può trovare un impiego vantaggioso in integrazione con macchine fotografiche digitali o in relativi accessori d'ingombro ridotto per la stampa di fotografie di formato adeguato (10 x 15 cm). In questi casi, infatti, il numero di ugelli è contenuto ed i tempi necessari alle inversioni di moto risultano del tutto accettabili.

Nelle applicazioni fotografiche, i serbatoi per i vari colori di inchiostro possono essere applicati a pressione al supporto della testina ed essere facilmente

intercambiabili, come indicato nel citato brevetto EP 0 652 107.

In accordo con un ulteriore aspetto dell'invenzione, nel caso in cui la testina 37 sia suscettibile di movimento, i tre serbatoi per l'inchiostro sono in collegamento flessibile, ad esempio tramite soffietti, con le file di ugelli 38. In alternativa o in combinazione, i serbatoi sono in posizione fissa e la testina rimane svincolata dai serbatoi, minimizzando le inerzie delle parti in movimento.

In associazione con la miniaturizzazione, il dispositivo 74 è anche suscettibile di alimentazione autonoma. L'eccitazione dei resistori di attuazione della testina 37 in gruppi sequenziali rende infatti minimi i picchi di corrente assorbiti dagli attuatori degli ugelli assicurando una durata accettabile alle batterie di alimentazione.

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, le forme di attuazione ed i particolari di realizzazione del dispositivo di stampa con testina a getto d'inchiostro potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto è stato descritto ed illustrato a puro titolo di esempio non limitativo, senza uscire dall'ambito dell'invenzione.

Giamplero Bobbio



## RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo di stampa (33, 76) con testina a getto di inchiostro (37) di tipo in linea, comprendente una pluralità di ugelli (38) disposti affiancati di fronte ad un supporto o foglio di stampa (39, 77) ed associati a corrispondenti reticoli in posizioni di stampa di riferimento, ed in cui detto foglio è mobile longitudinalmente per la definizione di più linee di stampa, detto dispositivo essendo caratterizzato da ciò che prevede un moto trasversale alternativo fra la testina (37) ed il foglio (39, 77) in concomitanza con il moto longitudinale del suddetto foglio e una permutazione nell'attuazione degli ugelli associati a dette posizioni di stampa per mascherare possibili punti non stampati (56b) in detto foglio e/o ottenere più punti nei suddetti reticoli aumentando la definizione di stampa rispetto a quella dei suddetti ugelli.
2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato da ciò che detta testina ha ugelli aggiuntivi in numero dipendente dall'ampiezza del suddetto moto.
3. Dispositivo di stampa secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato da ciò che detto moto alternativo si estende per un'ampiezza totale compresa, nelle due direzioni, fra uno e sessantaquattro volte il passo degli ugelli.
4. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che detto moto alternativo ha una frequenza compresa fra 5 e 40 Hz.
5. Dispositivo di stampa secondo la rivendicazione 4, caratterizzato da ciò che detta frequenza è inferiore a 20 Hz.
6. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che detta permutazione è tale da mantenere, per ciascun ugello permutato, l'allineamento dei reticoli associati ad ogni posizione di stampa.
7. Dispositivo di stampa secondo una delle rivendicazioni da 1 a 6, caratterizzato da ciò che detti ugelli sono attivati in posizioni di stampa intermedie

Giampiero Bobbio

rispetto alle posizioni di stampa di riferimento, aumentando la definizione trasversale dei punti stampati rispetto alla densità degli ugelli.

8. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che il moto alternativo è ottenuto spostando il suddetto foglio (77).

9. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 7, caratterizzato da ciò che il moto alternativo è ottenuto spostando detta testina (37).

10. Dispositivo di stampa secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che è di dimensioni miniaturizzate per un impiego in integrazione con macchine fotografiche digitali o in relativi accessori d'ingombro ridotto per la stampa prevalente di fotografie.

11. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che è suscettibile di alimentazione autonoma ed in cui detti ugelli sono attivati da relativi attuatori comandati in gruppi sequenziali per minimizzare i picchi di corrente assorbiti dalla suddetta alimentazione autonoma.

12. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che detti ugelli sono attuati secondo una modalità multipassata di tipo shingling.

13. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che detti ugelli sono attuati secondo una modalità multipassata a modulazione.

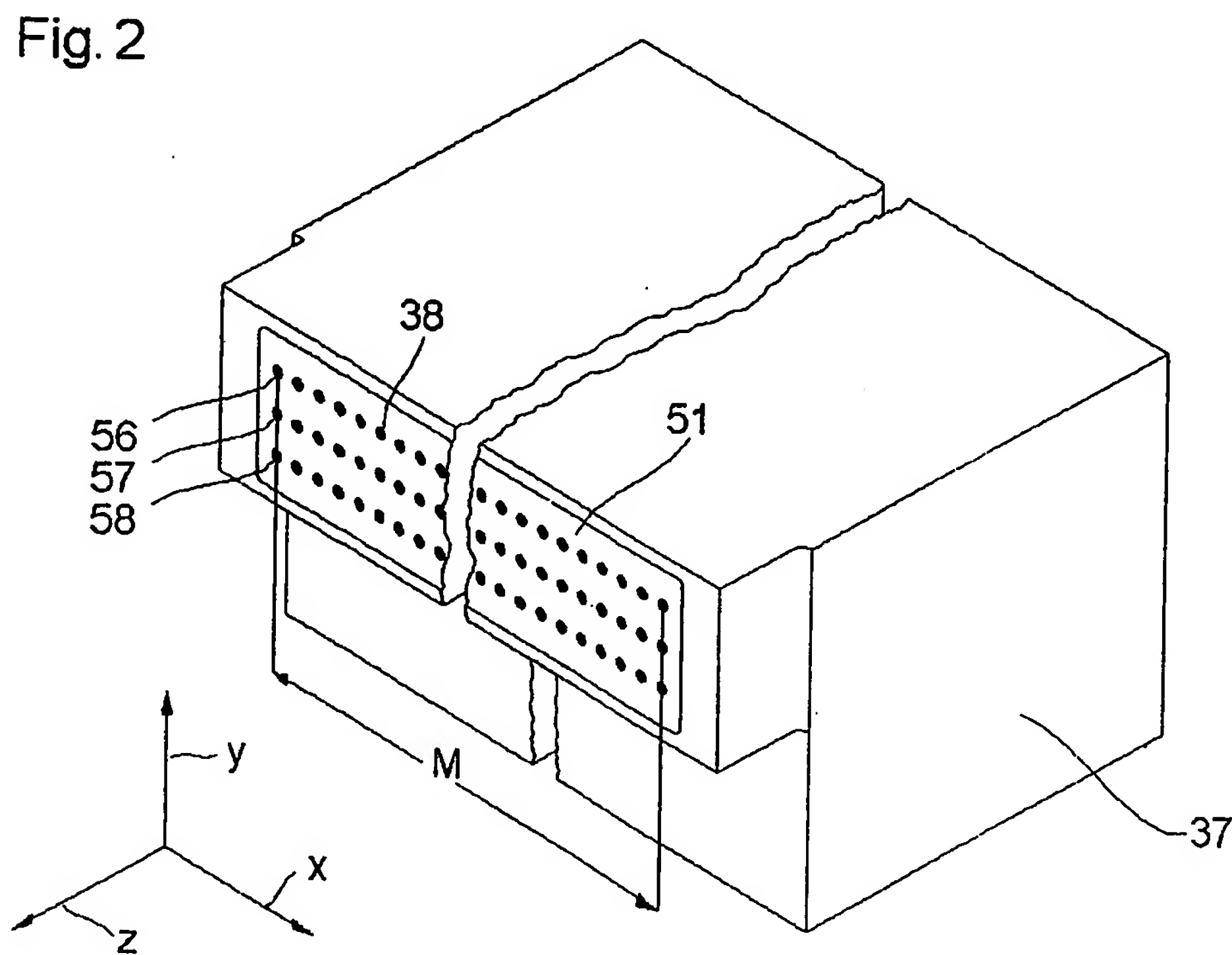
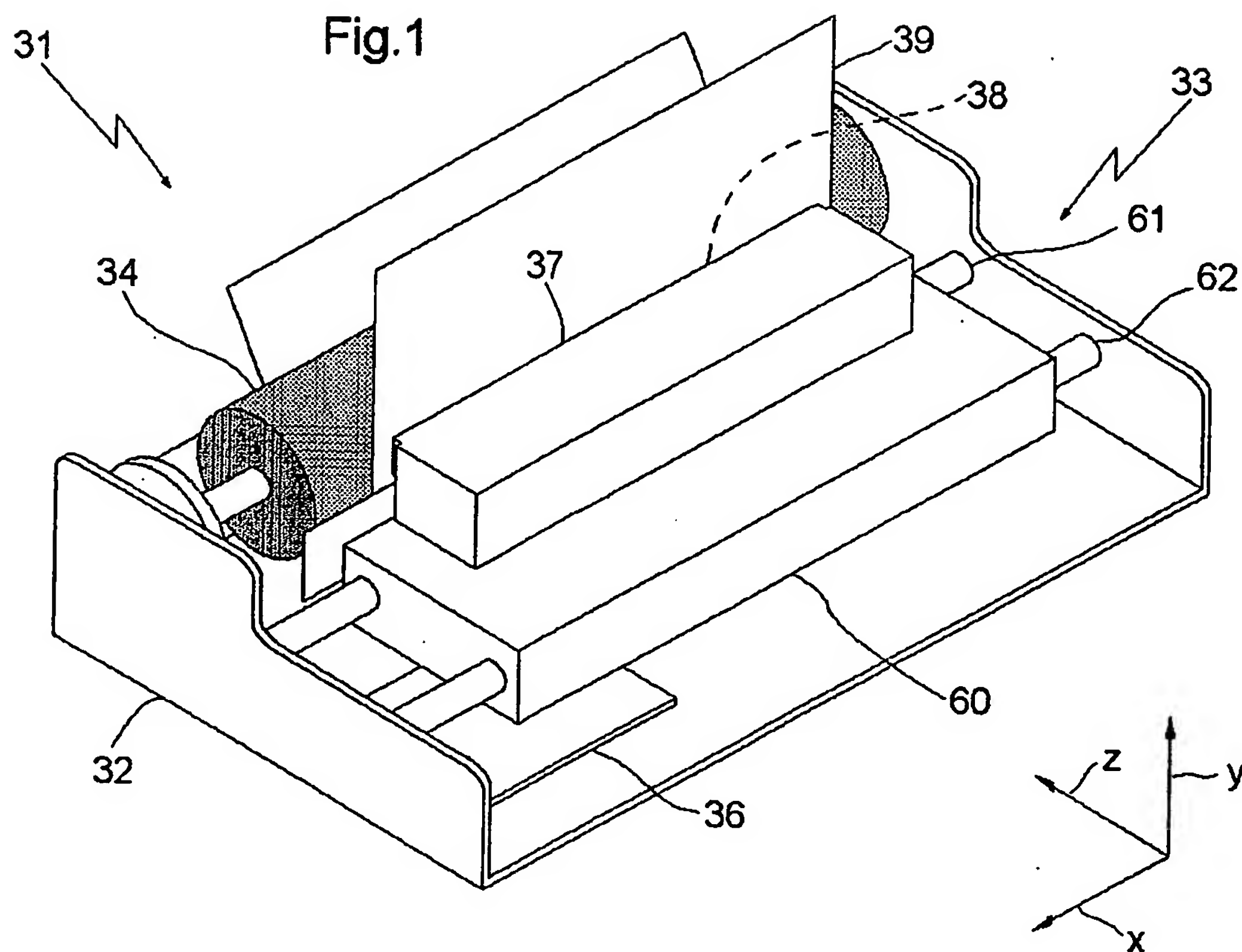
14. Dispositivo di stampa (76) con testina a getto d'inchiostro (37) in linea, comprendente una pluralità di ugelli (38) disposti affiancati di fronte ad un supporto di stampa (77) mobile longitudinalmente, detto dispositivo essendo caratterizzato da ciò che il supporto di stampa (77) è suscettibile di moto trasversale rispetto alla testina (37) in associazione al suo moto longitudinale, detto dispositivo essendo integrabile con una macchina fotografica digitale o con un relativo accessorio per la stampa prevalente di fotografie riprese dalla suddetta macchina fotografica.

Giampiero Bobbio

15. Dispositivo secondo la rivendicazione 14, caratterizzato da ciò che detti ugelli (38) sono associati a relative posizioni di stampa di riferimento, ed in cui detto dispositivo prevede una permutazione nell'attuazione degli ugelli associati a dette posizioni di stampa per mascherare punti non stampati (56b) nel suddetto supporto (39, 77) a seguito di malfunzionamento di uno o più ugelli.
16. Dispositivo di stampa secondo la rivendicazione 14 o 15, caratterizzato da ciò che è suscettibile di alimentazione autonoma ed in cui detti ugelli sono attivati per il getto d'inchiostro da attuatori comandati in gruppi sequenziali per minimizzare i picchi di corrente assorbiti dall'alimentazione autonoma.
17. Dispositivo di stampa secondo la rivendicazione 14 o 15 o 16, caratterizzato da ciò che comprende serbatoi per i vari colori di inchiostro applicabili a pressione.
18. Dispositivo di stampa (76) con testina a getto di inchiostro (37) in linea, comprendente una pluralità di ugelli (38) disposti affiancati di fronte ad un supporto di stampa (77) mobile longitudinalmente e serbatoi per l'inchiostro in collegamento con detti di ugelli, detto dispositivo essendo caratterizzato da ciò che la testina (37) è suscettibile di moto trasversale rispetto al supporto di stampa (77), ed i serbatoi per l'inchiostro sono in collegamento flessibile con le file di ugelli, ad esempio tramite soffietti, svincolati dal movimento della testina.
19. Dispositivo di stampa (33) con testina a getto di inchiostro di tipo parallelo sostanzialmente come descritto e con riferimento ai disegni.

p.p. Olivetti I-Jet S.p.a.

  
Ing. Giampiero Bobbio



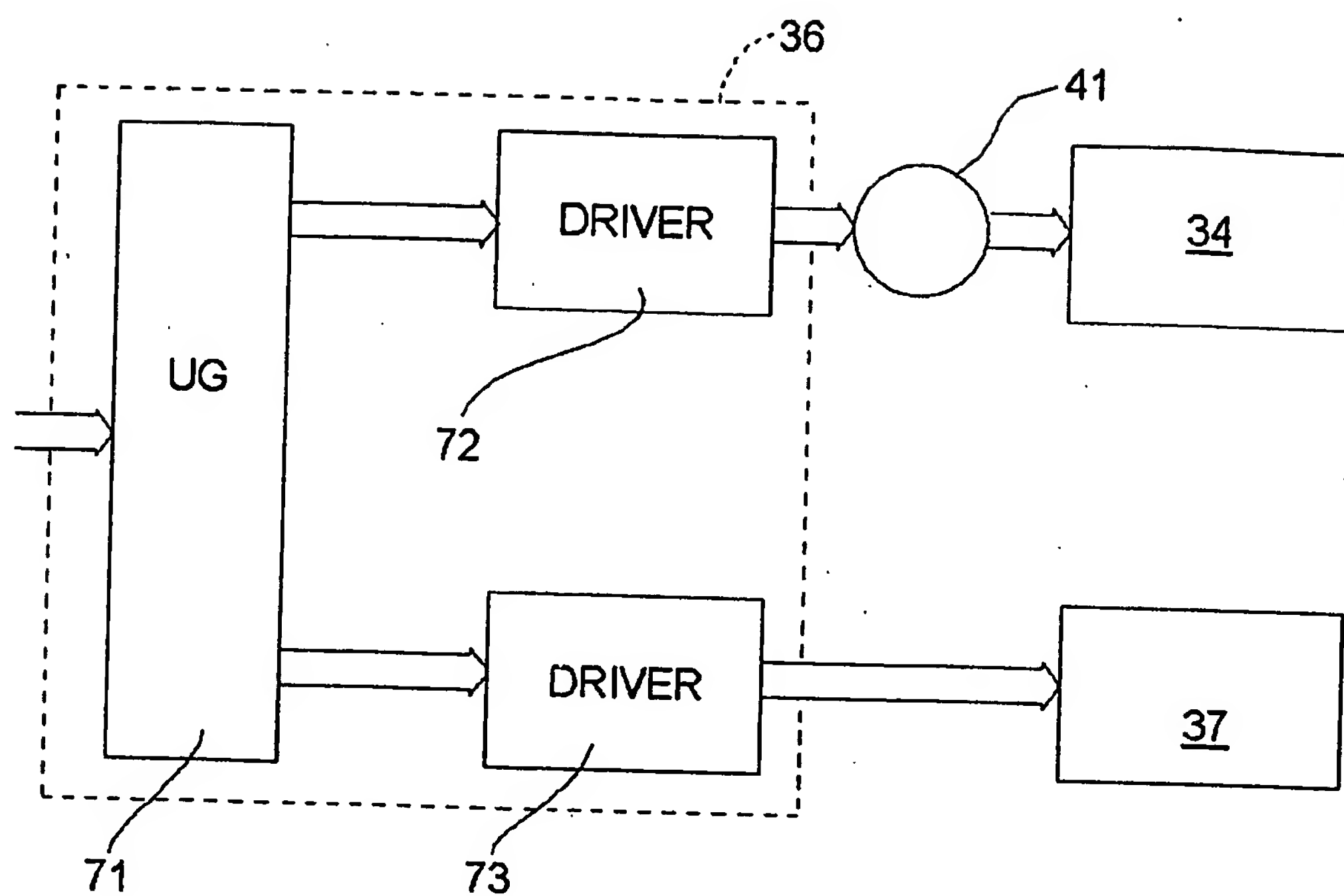


Fig. 3

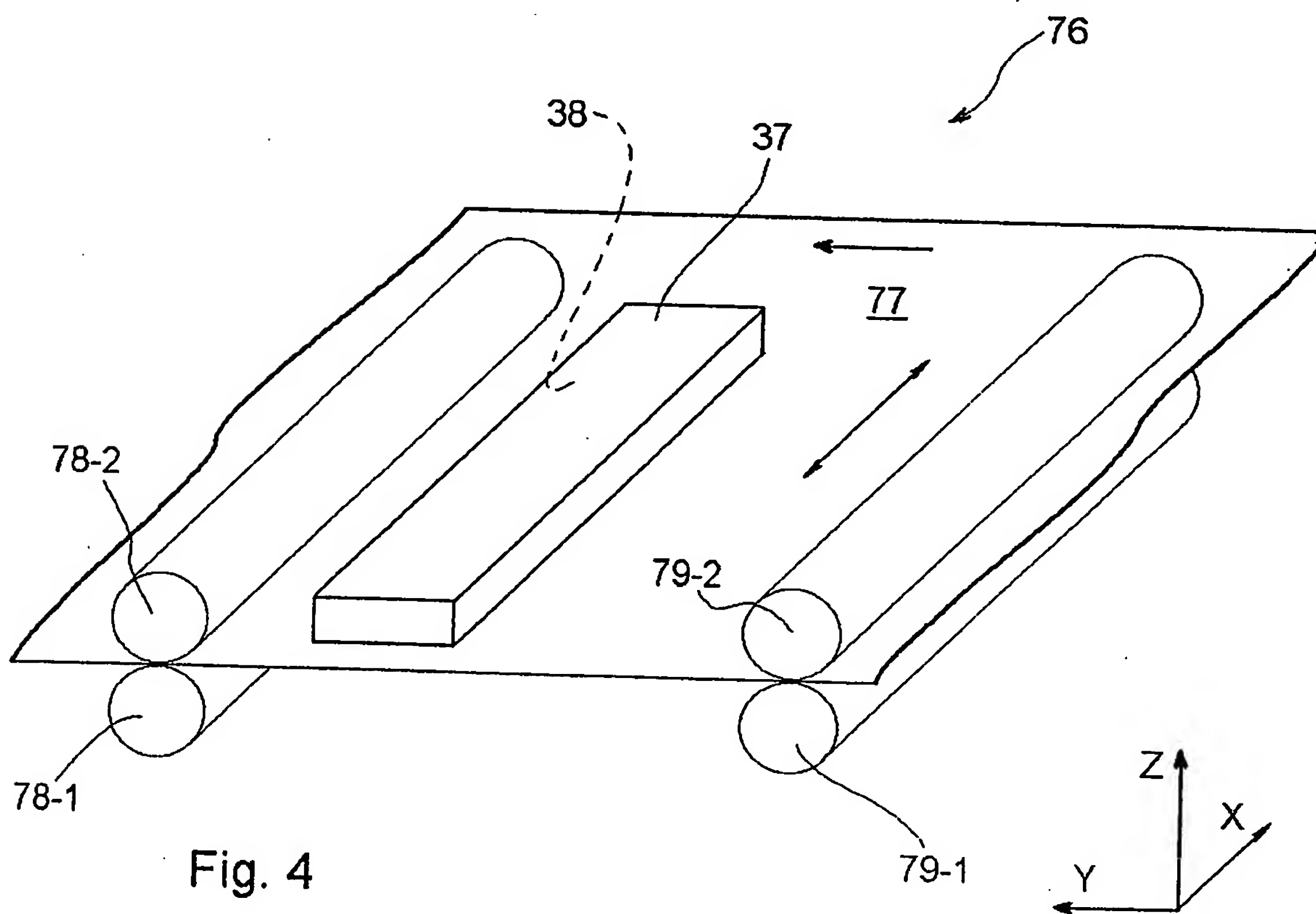


Fig. 4



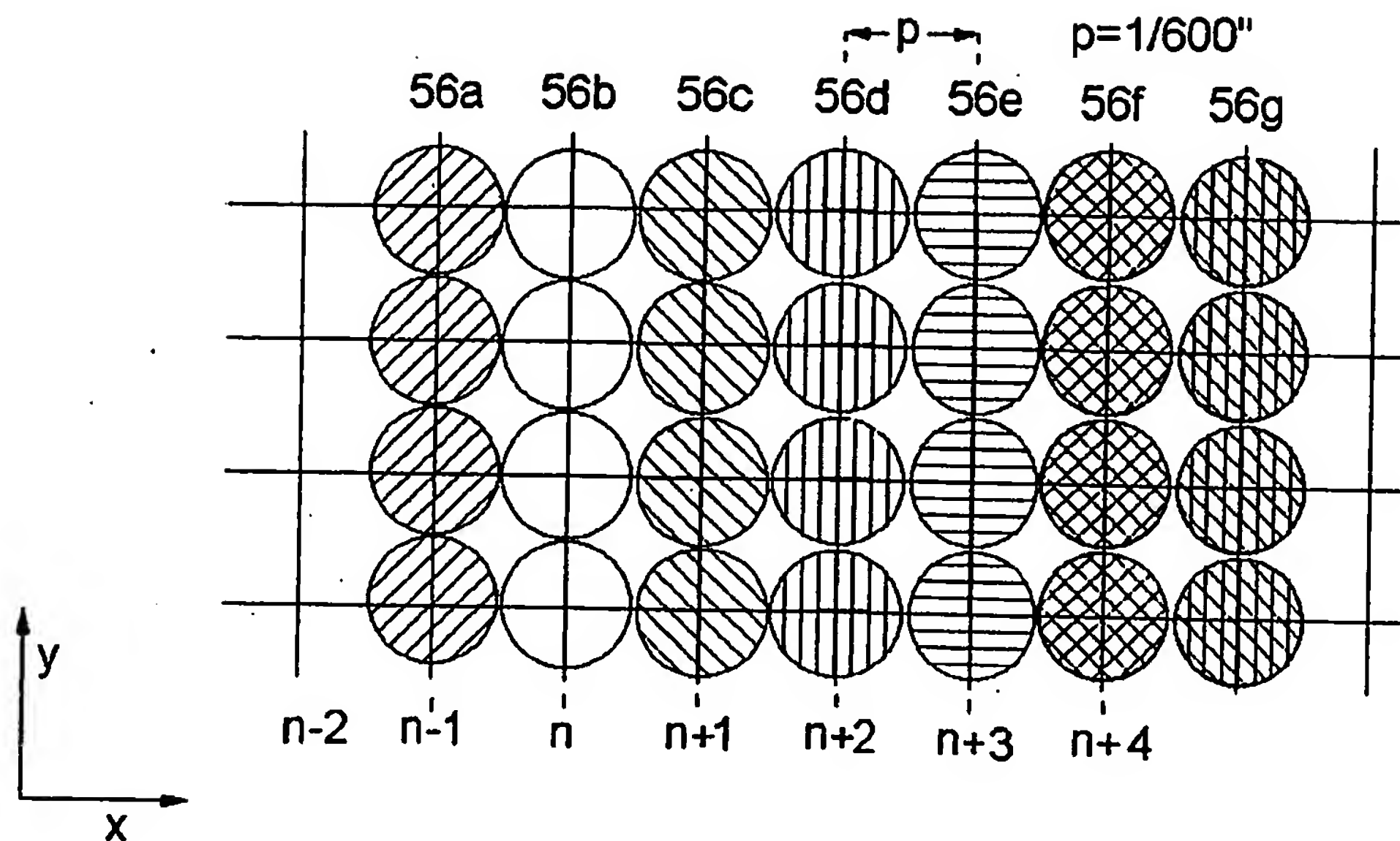


Fig. 5

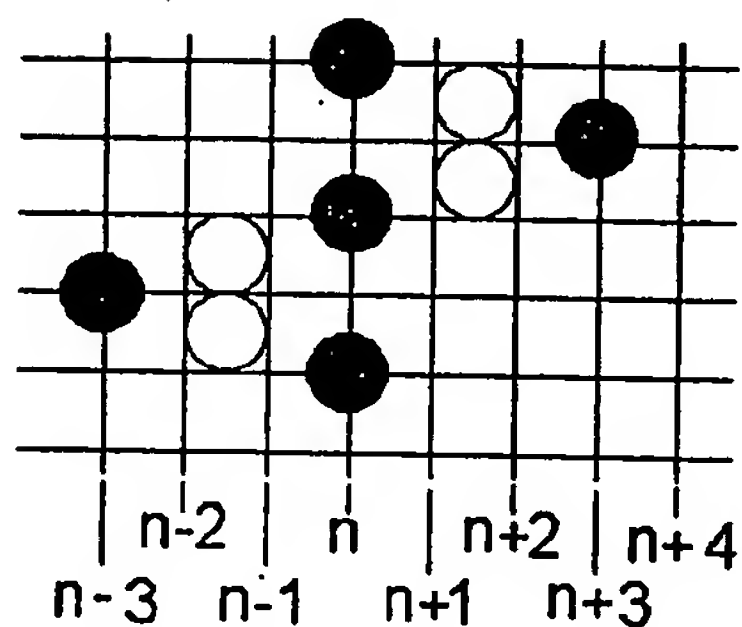


Fig. 5a

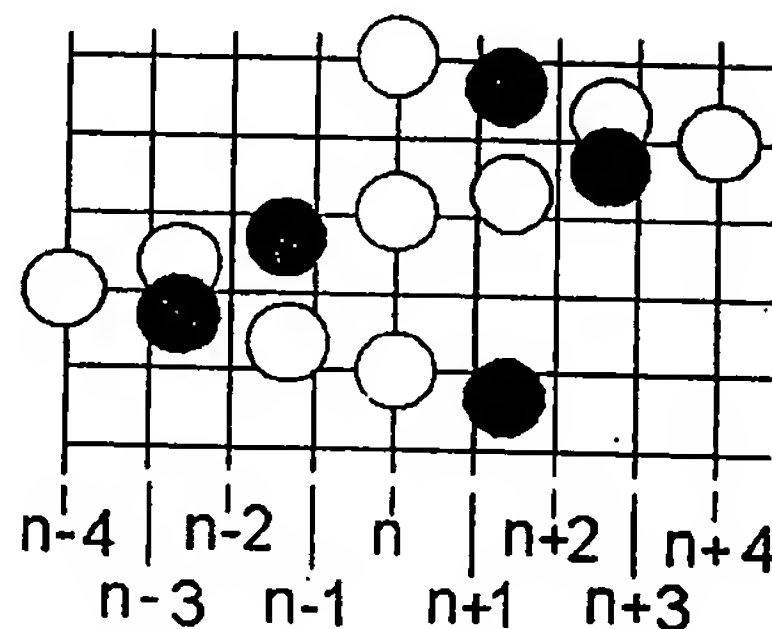


Fig. 5b

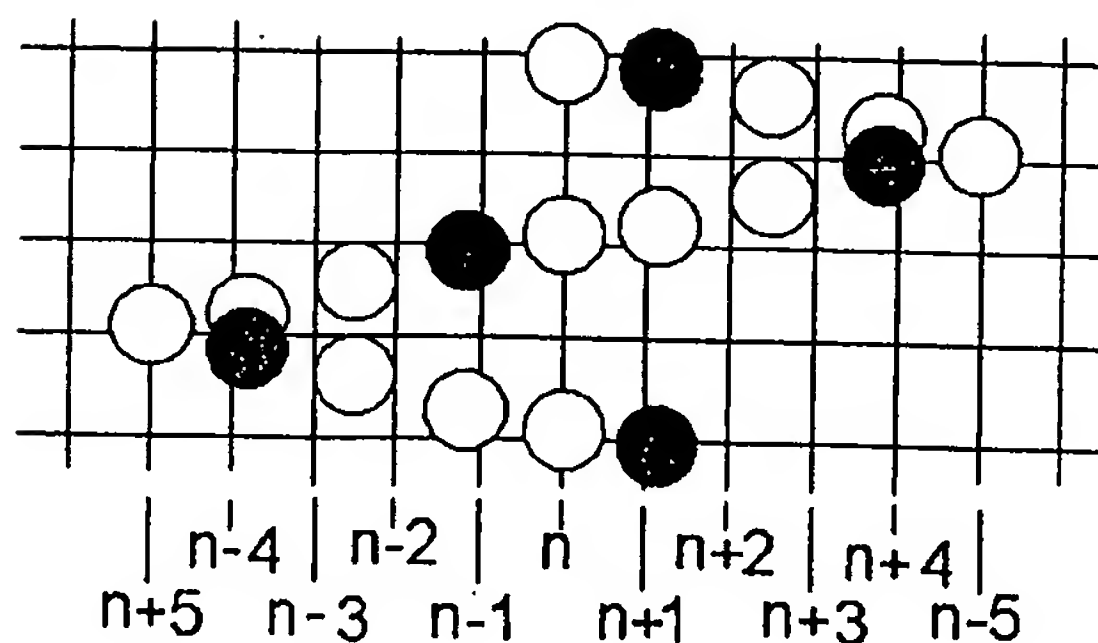


Fig. 5c

+

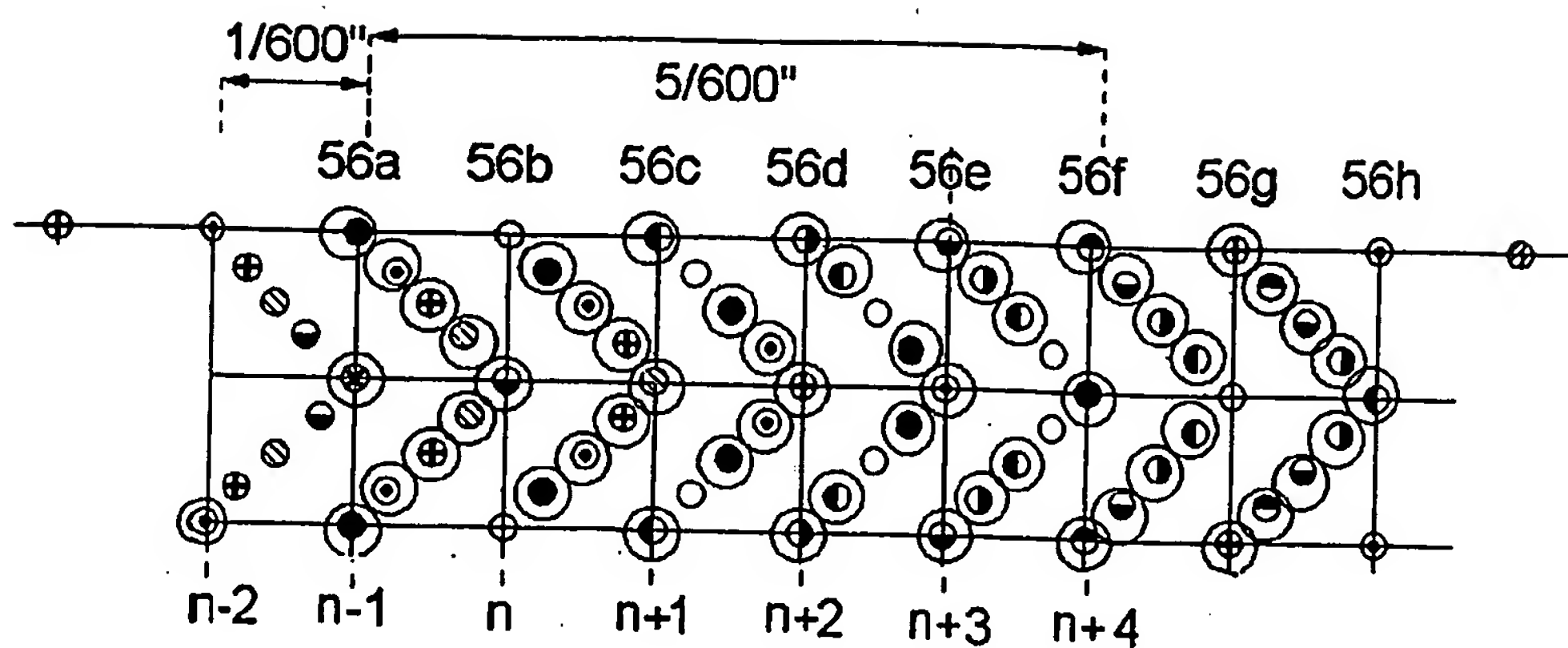


Fig. 6a

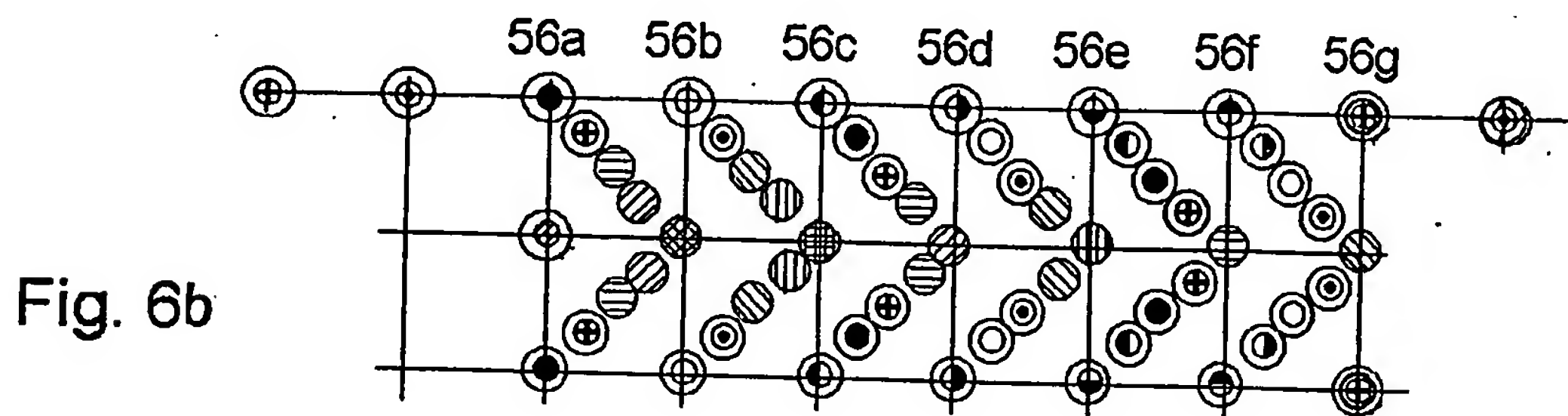


Fig. 6b

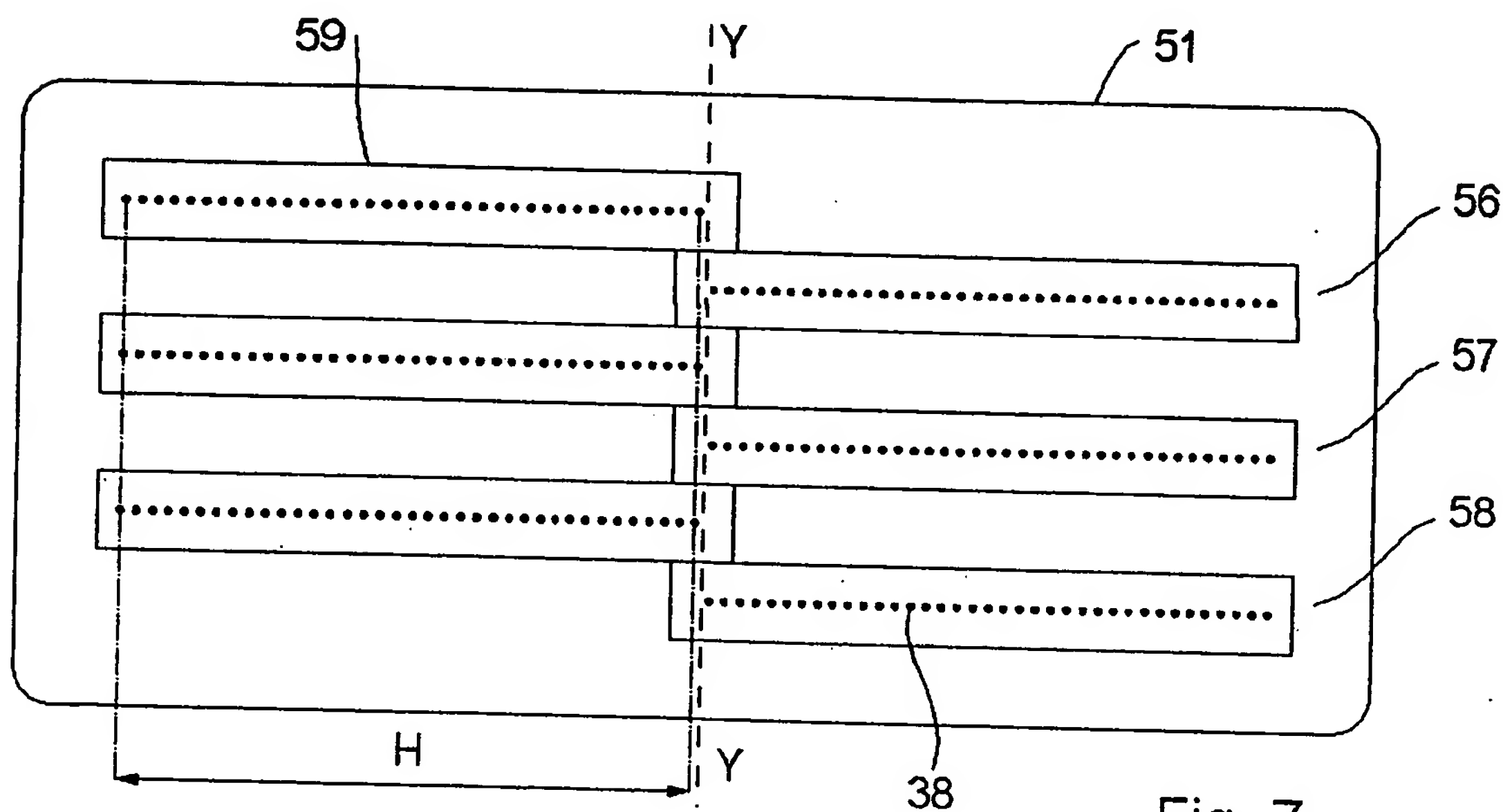


Fig. 7

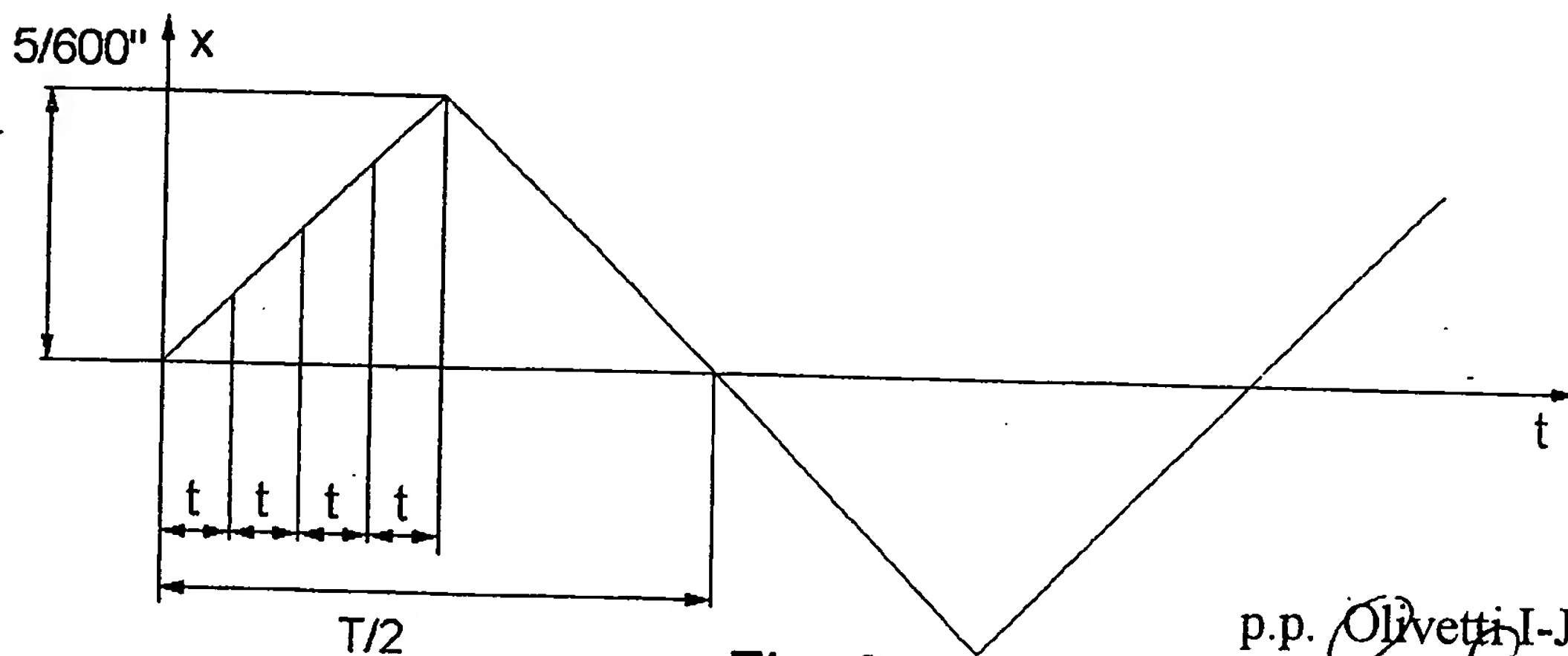


Fig. 8

p.p. Olivetti I-Jet S.p.A.  
*Giampiero Bobbio*  
 Giampiero Bobbio

## PRINTING DEVICE WITH PARALLEL TYPE INK JET PRINTHEAD

**Technical Field**

This invention relates to a printing device with parallel or "in-line" type ink jet head, used for forming black or colour images on a print medium.

5 **Background Art**

More specifically, the invention concerns a printing device with parallel or in-line ink jet head, comprising a plurality of nozzles according to the introductory part of claim 1.

The printing device may be used in general purpose printers or for photographic reproductions, in labelling machines, or in similar machines. Printing is effected on a  
10 medium consisting of a sheet of paper, or plastic, or other material.

An ink jet printhead, of the thermal type for instance, provides for a plate with one or more rows of nozzles, an actuating assembly with resistors associated with the nozzles and the emission of droplets of ink perpendicularly to the plate. This is widely known, and will not therefore be described in detail herein.

15 The current technology tends to produce heads with high density of nozzles for a printing definition of more than 600 dpi (dpi = dots per inch), a high work frequency ( $\geq 10$  kHz) and producing ever smaller droplets ( $\leq 10$  pl). Addressing techniques have also been developed that modulate various dots on the same print location (multidrop), obtaining effects similar to those of an enhanced printing definition. This is particularly widespread in  
20 colour heads, and requires compact size actuators and hydraulic circuits, precision of assembly and stringent tolerances.

Printing devices with parallel or in-line type ink jet head produce printouts in a short space of time, in relation to the number of dots comprising the image, and are compact. Furthermore, on account of the fixed head, these devices have a lesser number of moving  
25 parts than the devices that employ a serial type ink jet head.

A common problem shared by all printing devices based on ink jet technologies concerns the fact that operating defects of the individual nozzles are intrinsically evident on the printed sheet.

In printing devices with a serial head, to obtain high quality images, "shingling" is used,  
30 by which is meant methods in which the sheet is fed by an amount less than the height of the head and in which a final line of print is obtained with various overlapping passes. An elementary row is not printed by one nozzle associated therewith but is composed by dots of ink emitted by nozzles in different parts of the head. The advantage lies in the fact that the

effect of dots missing due to a defective nozzle is lessened over various rows, and the visual disturbance is reduced.

In printing devices with in-line ink jet head, any defect of a nozzle is particularly obvious on the printed sheet, where the printing positions on the sheet are unambiguously associated with the individual nozzles, since all the elementary rows into which an image is broken down and on the same print grid, the dot associated with the faulty nozzle is missing. This is manifested in the appearance of an unprinted, and therefore clearer, line over the entire height of the image.

The unique association between the printing positions and the nozzles of an in-line head limits definition of the image to definition of the nozzles.

### Disclosure of the Invention

The object of this invention is to produce a printing device with "in-line" ink jet head, in which the faulty operation of a nozzle has minimal visual disturbance on the printed sheet.

Another object is to obtain high definition printing using an in-line head having a density of nozzles with lower definition, or to obtain printing of average definition and high speed with a nozzle density lesser than that of the printable dots.

These objects are achieved by the device of the invention which allows for an alternating transverse motion between head and print medium simultaneous with the longitudinal motion of the medium, according to the characteristic part of claim 1.

Another object of the invention is to provide a printing device with ink jet head that has a good dot definition and which is suitable for miniaturization, in particular for integration in digital cameras or in associated compact accessories.

A further object of the invention is to obtain a printing device with an in-line ink jet head suitable for miniaturization and autonomous feeding and in which the peak currents absorbed by the actuators of the row of nozzles in the head are minimal.

These objects are achieved by the device of the invention, according to the characteristic part of claim 13.

In photographic applications, the tanks for the different colour inks may be applied to the medium of the head and be easily interchangeable. Alternatively or, in combination with, the tanks may be unconstrained from the head when the head is subject to the alternating motion, according to the characteristic part of claim 17.

These and other objects, characteristics and advantages of the invention shall become apparent from the following description of an embodiment, provided by way of non-

restrictive example, with reference to the accompanying drawings.

### **Brief Description of Drawings**

Fig. 1 Represents a schematic view of a printer that employs a printing device with parallel or in-line type ink jet head, according to the invention;

5 Fig. 2 is a partial schematic view of an in-line ink jet head;

Fig. 3 represents a block diagram of control of the printing device according to the invention;

Fig. 4 represents a variant of a printing device with ink jet head according to the invention;

Fig. 5 is a diagram of dots printed by a device according to the known art;

10 Figs. 5a, 5b and 5c represent different diagrams of dots printable by a printing device of the invention, in accordance with a first methodology;

Fig. 6a represents a diagram of dots printable by a device of the invention, in accordance with a second methodology;

Fig. 6b represents a variant of the diagram of printable dots of Fig. 6a;

15 Fig. 7 is a diagram of an in-line ink jet head according to the invention; and

Fig. 8 represents a diagram of operation of the printing device according to the invention.

### **Best mode for Carrying Out the Invention**

Depicted in Fig. 1 is a printer 31 comprising a fixed structure 32 and a printing device 33.

20 The device 33 includes a contrast roller (or platen) 34, electronic control means 36 and a colour, parallel or in-line type printhead 37. The head 37 is arranged in front of the platen 34 for its full length and comprises a plurality of nozzles 38 suitable for actuation by corresponding resistors. The platen 34 supports a print medium which consists of a sheet 39 of paper, plastic or other material and is fed by a step motor 41 (Fig. 3) by way of the  
25 electronic means 36 for defining the elementary lines of the image.

Also shown in Fig. 1 are the reference axes X, Y and Z: The X axis is horizontal in use, i.e. parallel to the axis of the platen 34 and to a transverse axis of the head 37; the Y axis is vertical, i.e. parallel to the direction of motion of the medium 39 during the line feed function; and the Z axis is perpendicular to the X and Y axes, parallel to the direction of  
30 emission of the ink droplets by the nozzles 38.

With reference to Fig. 2, the nozzles 38 of the head 37 are made on a nozzles plate 51, arranged in three rows 56, 57, 58 parallel to the X axis, respectively associated with the colours yellow, magenta and cyan. The distance between the end nozzles of a row, indicated



M, is associated with the effective width for in-line printing.

The nozzles plate 51 (Figs. 2 and 7) is, for example, of the type described in the patent EP 0 652 107, made up of six printing modules 59, having a distance H between the end nozzles of 25.4 mm (1 inch) in order to form the distance M. Each module 59 contains 600 nozzles 38 kept apart by a distance "p" of 42  $\mu$ m (1/600 of an inch) and a definition of 1/600". Each colour row 56, 57, 58 is made up of pairs of staggered modules in such a way as to have 1200 nozzles, giving a printing width of 50.8 mm.

In a printer with in-line head, the failure of a nozzle to function is apparent as a lack of colour dots arranged according to a vertical line, so as to alter uniformity of the printout.

In figure 5 an image is shown obtained according to the known technique of activation of all the nozzles in the row 56, for a droplet of, by way of example, 20 pl. and in the case where one of the nozzles, for instance nozzle 56b in printing position "n", does not work or is defective. Due to the continuity of the missing dots, the defect stands out clearly with respect of the adjacent printing positions "n-1", "n-2", "n+1" and "n+2" and is therefore unacceptable.

In accordance with this invention, the head 37 (Fig. 1) is made to move with respect to the sheet 39, making allowance for extra nozzles 38 with respect to those necessary to perform a line of print according to the known technique of figure 5. Movement and actuation of the nozzles are regulated individually in a reciprocal relationship and with respect to the sheet feeding motion in such a way as to conceal possible unprinted dots on the sheet and/or increase the equivalent print definition.

According to a first embodiment, the volume of the droplets emitted by the nozzles remains the same but each line is printed in several passes, activating the nozzles with permutations consistent with the number of passes. A defect of one nozzle is diluted over a number of columns and for an extension depending on the number of passes and on the width of the oscillations.

In this way a multi-pass mode is achieved which, by applying a shingling form of masking, reduces the visual disturbance. Shown in the drawings of Figs. 5a, 5b and 5c are the dots formed by a generic nozzle in relation to a series of printing positions, relative to shingling modes with 2, 3 and 4 passes or levels, in the case of continuous feeding of the sheet 39.

In accordance with a second embodiment, each grid associated with the printing positions is sent various ink droplets of lesser volume than in the previous case

(multidrop/multilayer). In addition, the nozzles 38 may be controlled in relation to the alternating motion between the head 37 and the sheet 39 so as to address the droplets to different areas of the grid.

By way of example, for a volume of elementary droplets equal to one quarter of the volume a single droplet, the droplets may be freely addressed to four areas of the grid. The grid may therefore be covered by means of a quadruple form of dot addressing, giving an equivalent definition of approx. 1200 X 1200 dpi or, to use a different terminology, a definition of 600 X 600 dpi with four-level modulation. The head 37 also has allowance for more nozzles 38 to cover all the dots of the grids associated with the end positions of the line of print.

Fig. 6a illustrates an example of printing with four-level modulation, volume 5 pl and an oscillation width of 5p in the two directions. The result is an automatic shingling effect for the missing or defective dots. Each grid has differently coloured dots and the number of extra nozzles is ten.

By slowing down or accelerating sheet feeding and increasing or decreasing the oscillation width, the grid may contain more or less dots. In the case of a printing definition of 300 dpi, for four dots in the grid, heads of 20 pl. are suitable and for eight dots in the grid heads of 10 pl.

Obviously, for a like maximum jet frequency of the nozzles, shingling mode and modulation mode lower the overall printing speed. On account of parallelism of the nozzles, printing speed is high at any rate while the considerations regarding noise level and acoustic disturbance linked with the oscillation frequency of the head or sheet apply. Therefore, if the sheet feeding motion is lowered, the frequency is lowered to under 40 Hz.

The shingling of the first embodiment and the multi-level modulation of the second embodiment may be suitably combined to give different equivalent definitions and different levels of defect masking with a scanning motion amplitude that varies between one and sixty-four times the step "p".

The diagram of figure 6b shows an example of printing with shingling and four-level modulation and alternating motion amplitude equal to 9p in the two directions. The number of extra nozzles is eighteen and the missing dot of a nozzle is distributed over a wide area and with a density that renders visual disturbance imperceptible.

Table 1 below shows various application solutions by droplet volume, number of addressable dots, shingling levels, number of extra nozzles and frequencies of oscillation

between head and sheet and other significant parameters.

TABLE 1

Droplet volume (pl)	Dots/pixel	Equivalent definition	Shingling level	Extra Nozzles	Oscillation Frequency (Hz)	Feed rate. (cm/s)	Printing mode	Jet freq. (KHz)	Amplitude of oscillat. +/- (um)
20	1	600X600	0	0	0	33.6	NORMAL	8.0	0
20	2	1200x600	2	6	500	8.4	SHINGLING	4.0	126.9
20	3	1200x900	3	8	222	3.7		2.7	169.2
20	4	1200x1200	4	10	125	2.1		2.0	211.5
20	6	1800x1200	6	14	56	0.9		1.3	296.1
20	8	2400x1200	8	18	31	0.5		1.0	380.7
20	12	2400x1800	12	26	14	0.2		0.7	549.9
10	2	1200x600	0	6	1500	25.2	2-level mod.	12.0	126.9
10	4	1200x1200	2	10	375	6.3	2-level mod. +	6.0	211.5
10	6	1800x1200	3	14	167	2.8		4.0	296.1
10	8	2400x1200	4	18	94	1.6		3.0	380.7
10	12	2400x1800	6	26	42	0.7	SHINGLING	2.0	549.9
10	16	2400x2400	8	34	23	0.4		1.5	719.1
5	4	1200x1200	0	10	1125	18.9	4-level mod.	18.0	211.5
5	8	2400x1200	2	18	281	4.7	4-level mod. + SHINGLING	9.0	380.7
5	16	2400x2400	4	34	70	1.2		4.5	719.1
5	24	3600x2400	6	50	31	0.5		3.0	1057.5
5	32	4800x2400	8	66	18	0.3		2.3	1395.9

It is clear from the table that increasing the number of extra nozzles requires an increase in the amplitude of oscillation and a decrease in the frequency and a slowing down of the printing speed, but allows an ever larger number of dots to be addressed inside each single grid, by increasing the modulation levels (dots per grid) and as a result the equivalent printing definition.

The limit that defines the passage between increasing the modulation/definition levels and shingling is given upon reaching full printing saturation (volume of ink/pixel). For instance, for a grid of 600x600 dpi this limit is given by 20pl and shingling masking rules out the higher definition levels.

The convenience of resorting to high levels of shingling lies in the fact that printing uniformity increases considerably and that a low oscillation frequency (< 20Hz) must be selected at any rate. The gain in quality is obtained therefore for like printing time merely from a greater number of lateral nozzles and a greater oscillation amplitude.

Similar consideration may be made about heads of lower definitions (300 dpi and 150 dpi), with which it is possible to reach, at the same printing speed, equivalent definitions highly similar to those of heads of higher definitions.

Structurally, the head 37 is supported by a carriage 60 which can effect a scanning movement of the desired width with respect to the platen 34. The carriage 60 is suitable for sliding on guides 61 and 62 and its movement is controlled, for example, by means of a cam (not depicted in the drawings) suitably connected with the motor 41 and in sync with the motion of the sheet 39.

Fig. 8, in relation with figure 6a, depicts on the X axis the oscillation time of the carriage 60 and on the Y axis its displacement according to a law of linear motion. Feeding of the sheet 39 in the direction of the Y axis is equal to  $p/4$  ( $1/2400''$ ) for each pass and the relative scanning of the carriage in the direction of the X axis is equal to  $5/4p$ . Excitations of the nozzles 38 occur at constant intervals "t" equal to  $1/16$  of the period "T", corresponding to a double pass of the carriage.

The law of motion of the carriage may be sinusoidal type and actuation of the nozzles may be slave driven, with feedback, by a carriage linear position encoder or by other systems without feedback, which ensure that the dots are equidistant and that there is alignment of the printing positions of the different elementary line feeds.

The circuit 36 comprises, for example, a controller unit 71, a driver 72 for the motor 41 and a driver 73 for the actuators of the head 37. The controller 71 controls the drivers 72 and 73 and performs, on each pass, the maskings and permutations of the commands of the nozzles, associated with the oscillating movement of the carriage and with the printing mode.

The unit 71 also provides the timing for command of the nozzles and synchronization of these commands with the line feed movements. Carriage oscillation frequency is selected low, between 5 and 40 Hz and preferably less than 20 Hz. In this way, as well as lowering the noise emitted by the carriage when moving, the printing time may be considered instantaneous with respect to the movements under way and there is a wide dispersion of missing dots.

According to another characteristic of the invention, the control circuit 36 excites the resistors actuating the head 37 in sequential groups in order to minimize current peaks and allow use of an independent battery power supply.

As a limit example, for a single colour of 1200 dots, 30 blocks are provided of 20



conventionally even resistors and 30 blocks of 20 odd resistors and the resistors are excited in twos, even and odd ones, for a time of 2.5  $\mu$ s. Selection of the 1200 nozzles of each primary colour therefore requires 1.5 ms. and, for a peak resistor absorption value of 0.1A, the peak current needed to excite the 6 resistors of the three primary colours is approximately 0.6 A for a head of 4 pl.

The scanning movement of the head 37 does not substantially worsen the working characteristics of the printer 31. For a scanning frequency of 10 Hz, it takes 25 ms to travel the distance equal to  $\frac{1}{4}$  of the oscillation path of the carriage 60. The time needed to write with 1200 nozzles is therefore 16 times less than the time needed to travel this distance and accordingly there are no drawbacks regarding deposition of the ink on the sheet.

Shown in figure 4 is a variant, designated with the numeral 76, of the printing device of the invention. In this variant, the printing sheet, here designated with the numeral 77, is engaged between pairs of feeding rollers 78-1, 78-2 and 79-1, 79-2 parallel to the X axis and to the transversal axis of the head 37.

The rollers 78-1, 78-2 and 79-1, 79-2 are driven by a relative step motor and provide the feeding movement of the sheet 77 on the Y axis. Again in this case, there is oscillating movement between head 37 and sheet 77.

In a first solution, the ink jet head 37 is fixed and the oscillating movement is obtained by moving the four rollers along their axis together with the sheet 77. In a second solution, the four rollers are fixed along their axis and the head 37 is made oscillate with respect to the sheet 77.

The printing device 76 is suitable for miniaturization. It may be used to advantage in integration with digital cameras or in relative, compact accessories for printing adequately-sized photographs (10 x 15 cm). In these cases, in fact, the number of nozzles is low and the times needed to invert motion are perfectly acceptable.

In the photographic applications, the tanks for the different colour inks can be applied by pressure-fit into the head support and are easily interchanged, as indicated in the above-mentioned patent EP 0 652 107.

According to another aspect of the invention, where the head 37 is open to movement, the three ink tanks are in flexible connection, for example through bellows, with the rows of nozzles 38. Alternatively or in combination, the tanks are in a fixed position and the head remains released from the tanks, minimizing inertia of the moving parts.

In association with miniaturization, the device 74 is also open to feeding with an



autonomous power supply. Excitation of the resistors actuating the head 37 in sequential groups in fact renders minimal the peak currents absorbed by the actuators of the nozzles, guaranteeing the batteries supplying power an acceptable life.

5 Naturally, while the principle of the invention remains unaltered, the embodiments and the details of manufacture of the printing device with ink jet head may be abundantly varied with respect to what has been described and illustrated merely by way of non-restrictive example, without departing from the scope of the invention.

10  
CLAIMS

1. Printing device (33, 76) with in-line ink jet head (37), comprising a plurality of nozzles (38) arranged side by side in front of a print medium or sheet (39, 77) and associated with corresponding grids in reference printing positions, and in which said sheet is  
5 longitudinally movable for the definition of various lines of print, said device being characterized in that it allows for an alternating transverse motion between the head (37) and the sheet (39, 77) coinciding with the longitudinal motion of the above-mentioned sheet and for a permutation in the actuation of the nozzles associated with said printing positions for masking possible unprinted dots (56b) on said sheet and/or for obtaining numerous dots in  
10 the said grids thereby increasing the printing definition with respect to that of said nozzles.
2. Device according to claim 1, characterized in that said head has extra nozzles, the number of which depends on amplitude of the above-mentioned motion.
3. Printing device according to claim 1 or 2, characterized in that said alternating motion extends for a total amplitude of between, in the two directions, one and sixty-four  
15 times the step of the nozzles.
4. Device according to any of the preceding claims, characterized in that said alternating motion has a frequency of between 5 and 40 Hz.
5. Printing device according to claim 4, characterized in that said frequency is less than 20 Hz.
- 20 6. Device according to any of the preceding claims, characterized in that said permutation is such as to maintain, for each permuted nozzle, the alignment of the grids associated with each printing position.
7. Printing device according to any of the claims from 1 to 6, characterized in that said nozzles are activated in intermediate printing positions with respect to the reference printing  
25 positions, increasing the transversal definition of the printed dots with respect to the density of the nozzles.
8. Device according to any of the preceding claims, characterized in that the alternating motion is obtained by displacing said sheet (77).
9. Device according to any of the claims from 1 to 7, characterized in that the  
30 alternating motion is obtained by displacing said head (37).
10. Printing device according to any of the preceding claims, characterized in that it is of miniature dimensions for application in integration with digital cameras or in relative, compact-sized accessories for the printing prevalently of photographs.

11. Device according to any of the preceding claims, characterized in that it is open to an autonomous power supply and in that said nozzles are activated by relative actuators driven in sequential groups to minimize the current peaks absorbed by said autonomous power supply.

5 12. Device according to any of the preceding claims, characterized in that said nozzles are actuated according to a shingling type, multipass mode.

13. Device according to any of the preceding claims, characterized in that said nozzles are actuated according to a modulation type multipass mode.

14. Printing device (76) with in-line ink jet head (37), comprising a plurality of nozzles  
10 (38) arranged side by side in front of a longitudinally movable print medium (77), said device being characterized in that the print medium (77) is open to transverse motion with respect to the head (37) in association with its longitudinal motion, said device being suitable for integration with a digital camera or with a relative accessory for the printing prevalently of photographs taken by said camera.

15 15. Device according to claim 14, characterized in that said nozzles (38) are associated with relative reference printing positions, and wherein said device allows for a permutation of the actuation of the nozzles associated with said printing positions for masking unprinted dots (56b) on said medium (39, 77) following a malfunctioning of one or more nozzles.

16. Printing device according to claim 14 or 15, characterized in that it is open to  
20 autonomous power supply and in that said nozzles are activated for ink jet emission by actuators driven in sequential groups for minimizing the current peaks absorbed by the autonomous power supply.

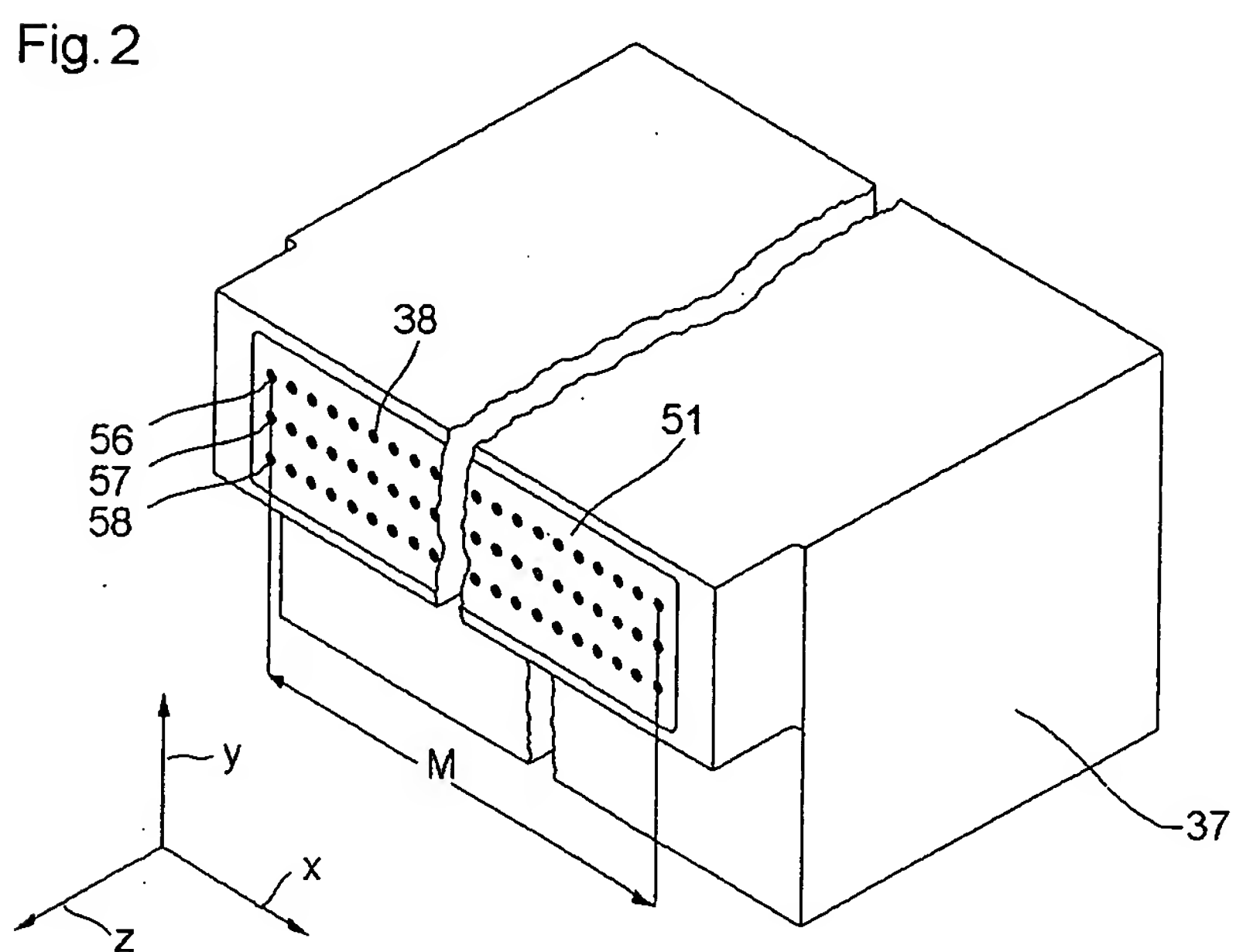
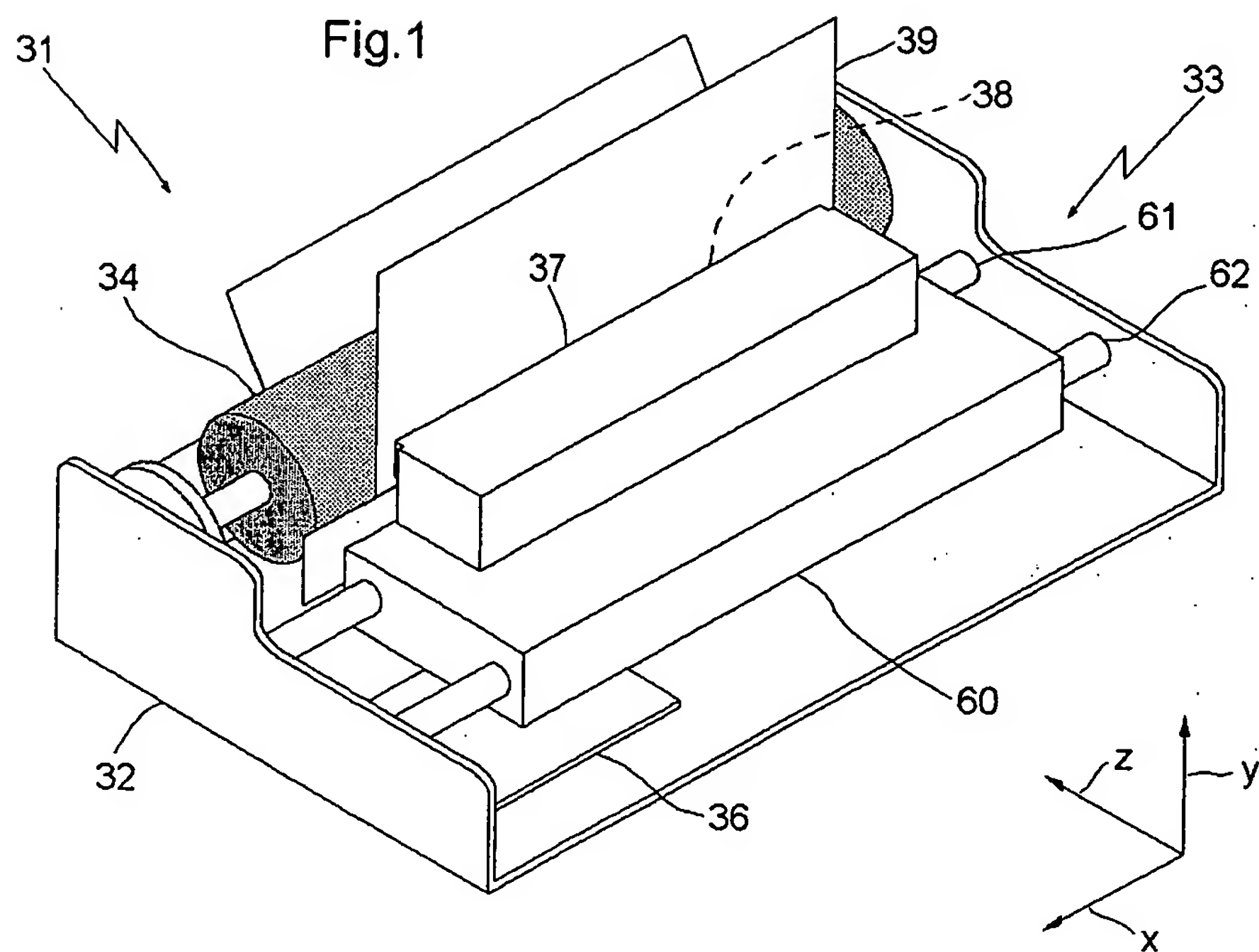
17. Printing device according to claim 14 or 15 or 16, characterized in that it comprises tanks for the various colour inks fittable by applying pressure.

25 18. Printing device (76) with in-line ink jet head (37), comprising a plurality of nozzles (38) arranged side by side in front of a longitudinally movable print medium (77) and tanks for the ink in connection with said nozzles, said device being characterized in that the head (37) is open to transversal motion with respect to the print medium (77), and the tanks for the ink are in flexible connection with the rows of nozzles, for example by means of  
30 bellows, unconstrained to movement of the head.

19. Printing device (33) with parallel ink jet head substantially as described and with reference to the drawings.

12  
ABSTRACT

5 A printing device (33) has an in-line ink jet head (37), comprising a plurality of nozzles (38) arranged side by side in front of a printing sheet (39), in turn longitudinally movable for an in-line printing of the nozzles. The head (37) is open to transversal motion with respect to the print medium (39) associated with the longitudinal motion of the sheet (39), over an extension and with a control of the actuations of the nozzles such as to produce a masking effect of dots unprinted due to a malfunctioning of one or more nozzles and/or an increase of the equivalent printing definition.



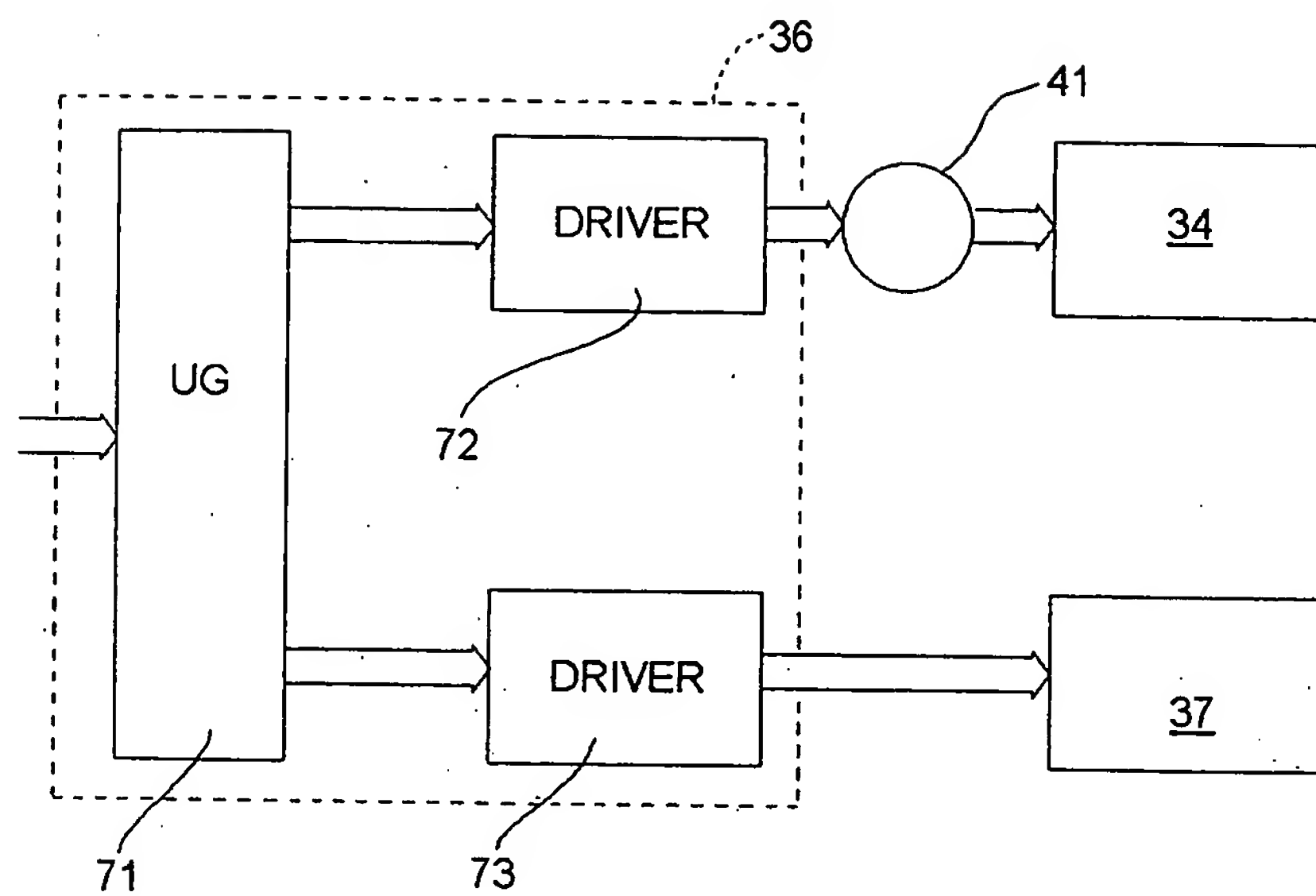


Fig. 3

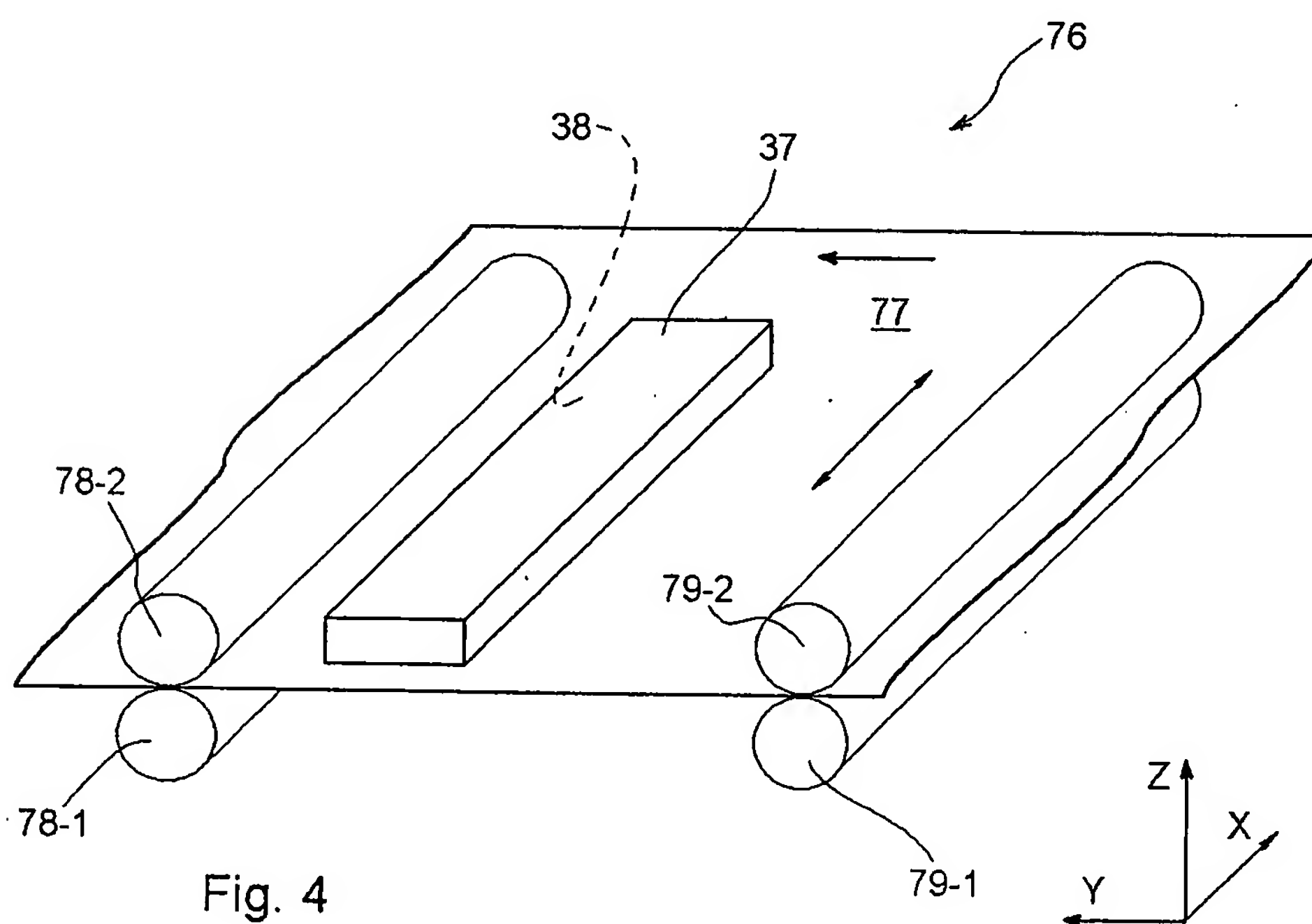


Fig. 4



3/4

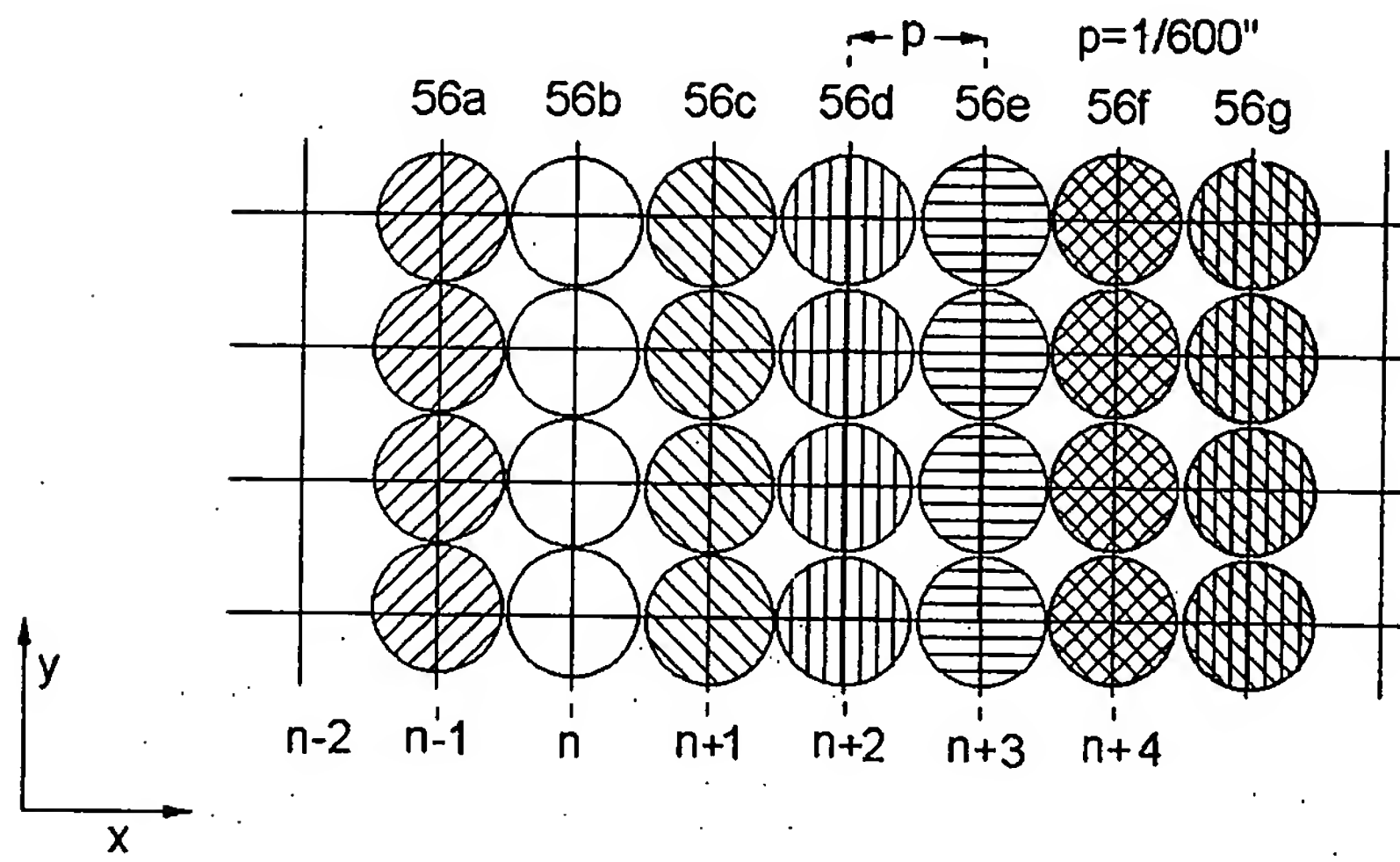


Fig. 5

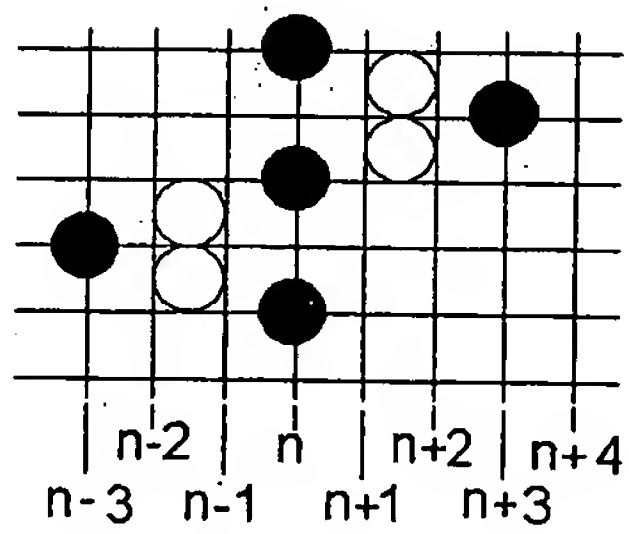


Fig. 5a

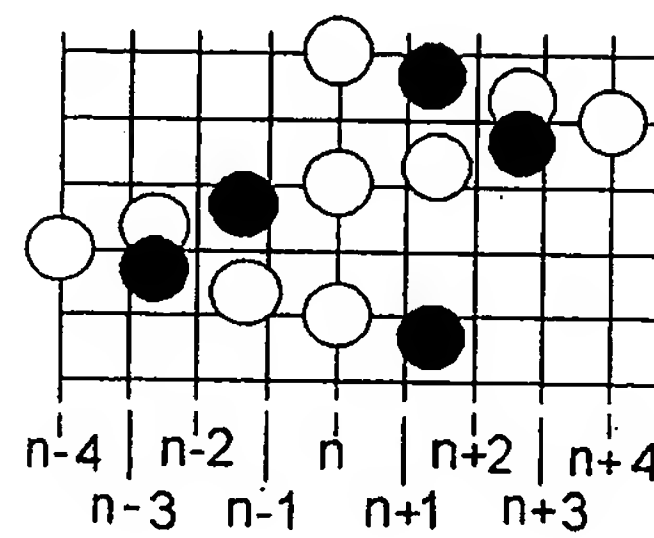


Fig. 5b

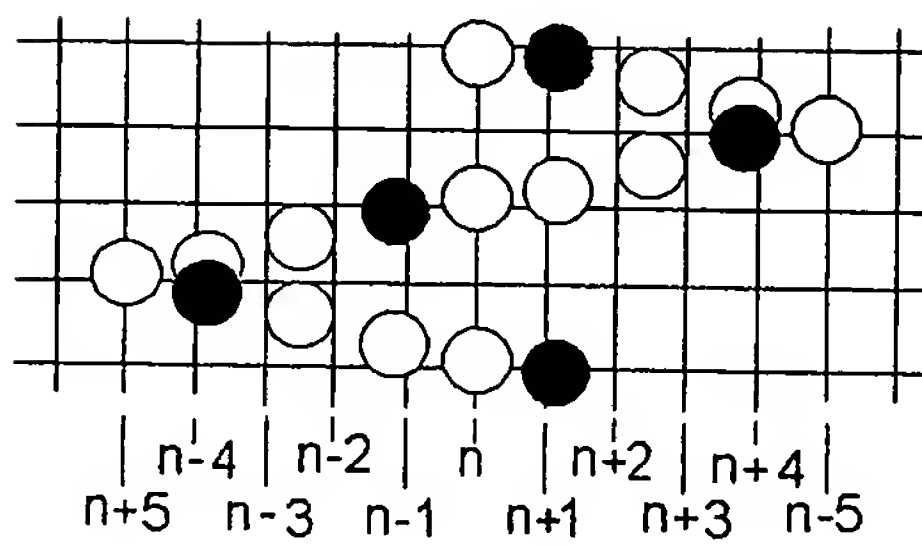


Fig. 5c

4/4

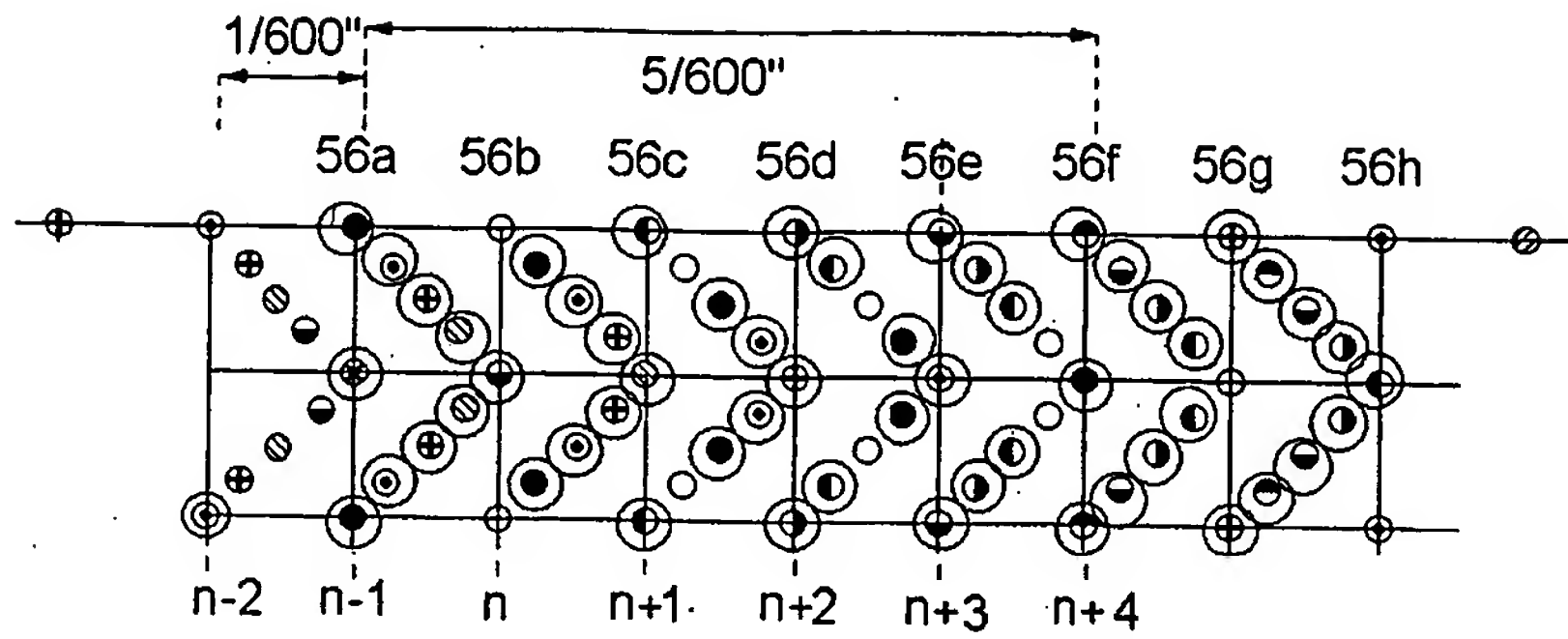


Fig. 6a

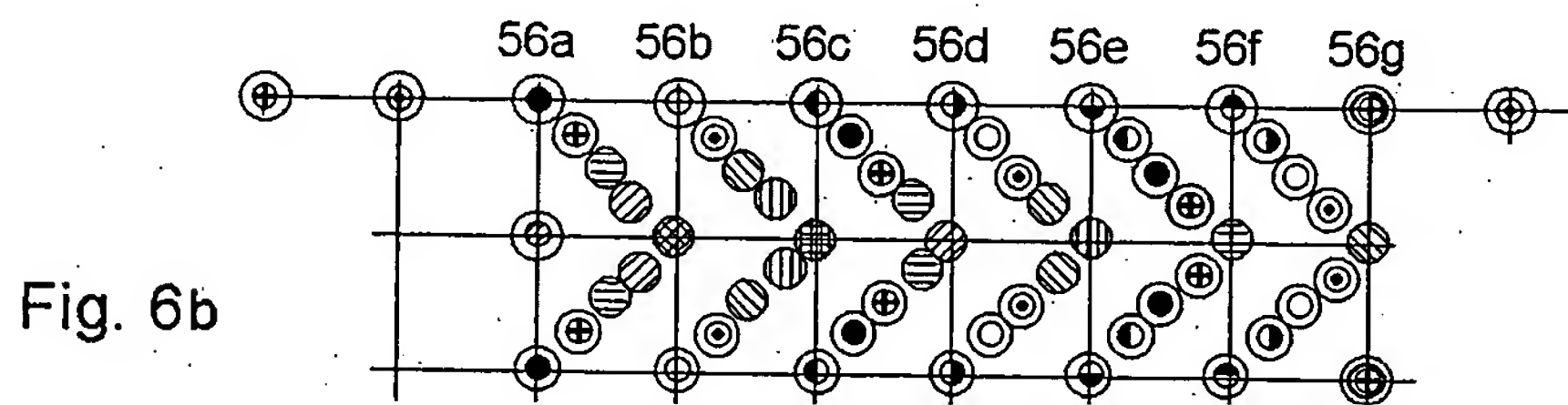


Fig. 6b

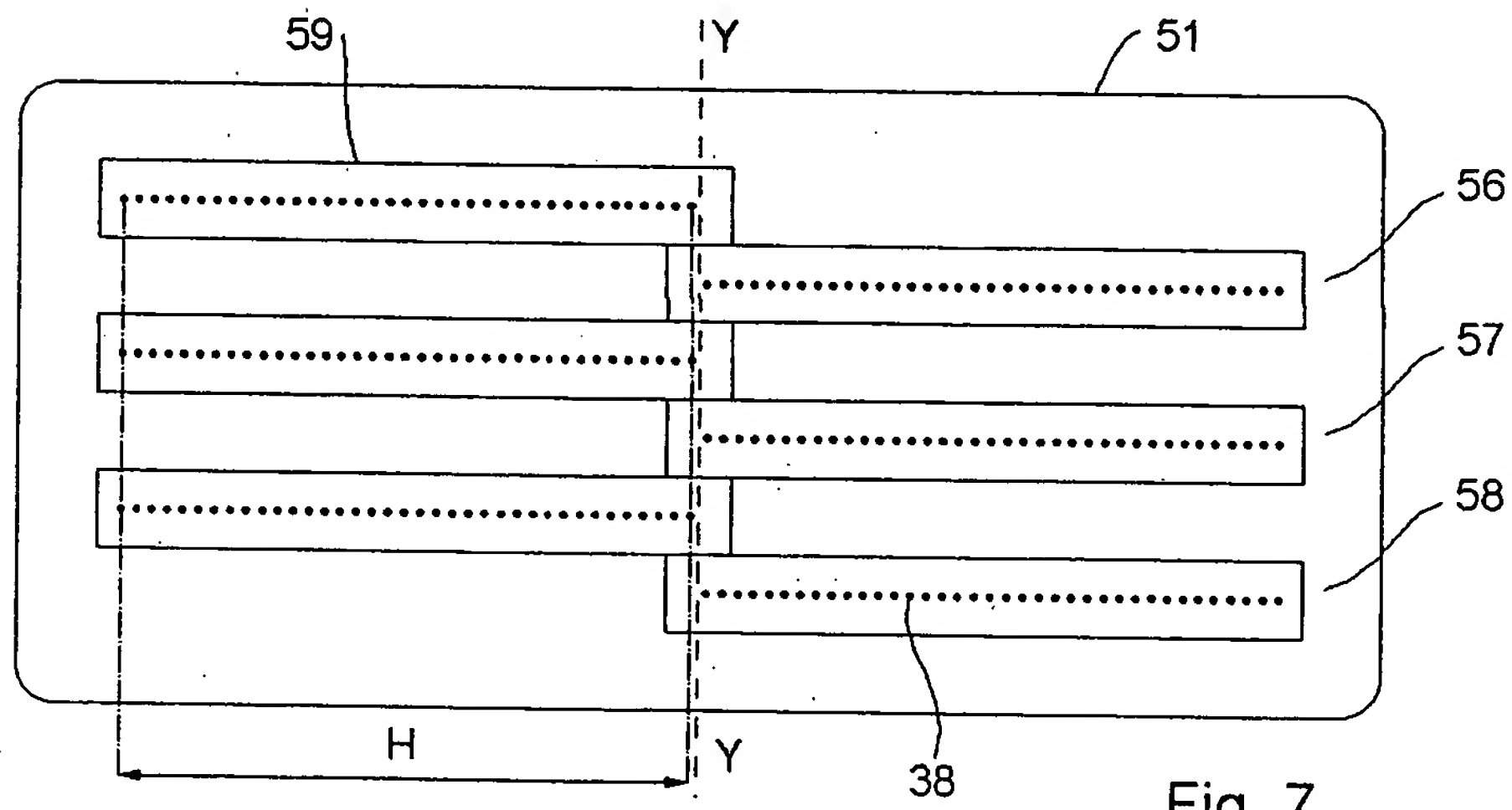


Fig. 7

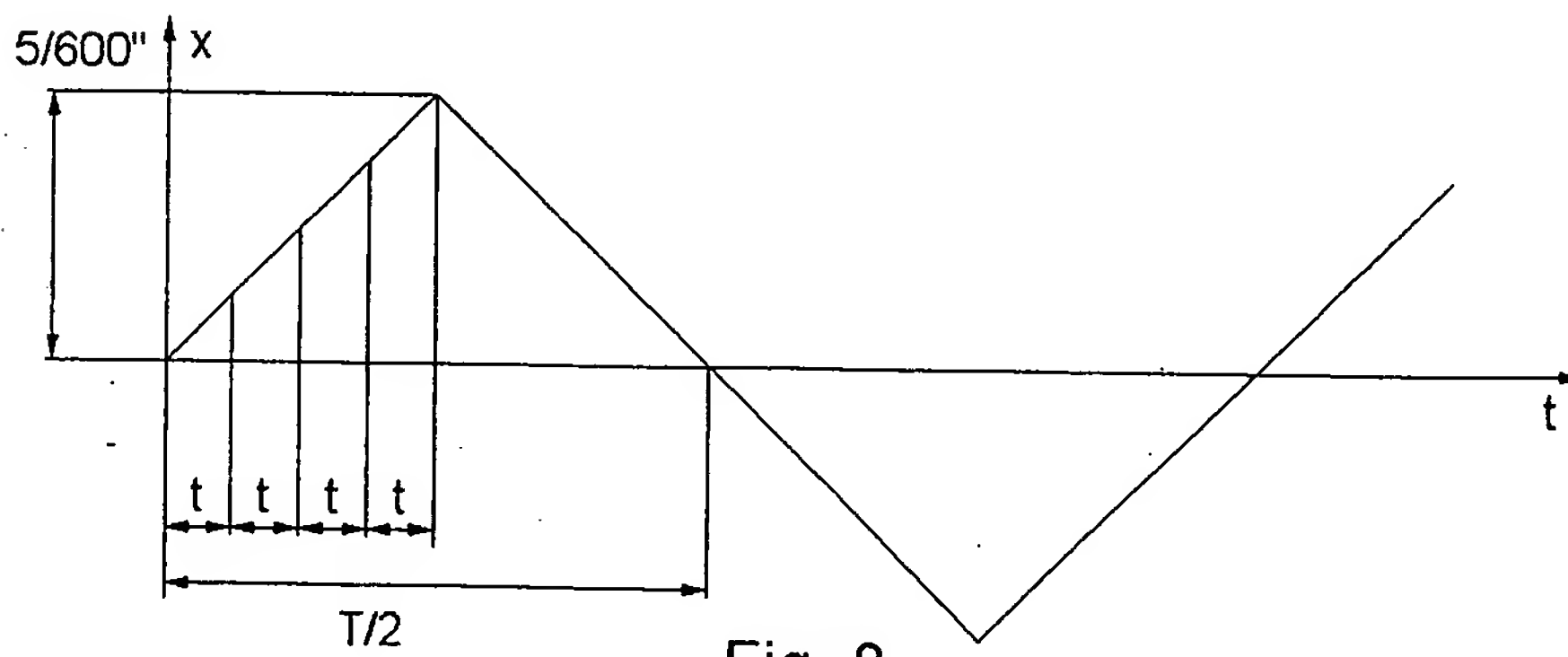


Fig. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**